



TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501

PENGENDALIAN BANJIR PADA SALURAN MLETO DAN RAYA GEBANG PUTIH KOTA SURABAYA

QINANAH
3113030091

RIZKY RAMDHANI
3113030141

Dosen Pembimbing
S. KAMILIA AZIZ, ST., MT
NIP. 19771231 200604 2 001

PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2016



FINAL PROECT APPLIED - RC 145501

FLOOD CONTROL ON THE CHANNEL MLETO AND RAYA GEBANG PUTIH CITY OF SURABAYA

**QINANAH
3113030091**

**RIZKY RAMDHANI
3113030141**

**Advisor Lecturer
S. KAMILIA AZIZ, ST., MT
NIP. 19771231 200604 2 001**

**DIPLOMA CIVIL ENGINEERING STUDY PROGRAM
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND PLANNING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA 2016**

**PENGENDALIAN BANJIR PADA SALURAN
MLETO DAN RAYA GEBANG PUTIH KOTA
SURABAYA**

TUGAS AKHIR TERAPAN

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada**

**Program Studi Diploma III Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh:

Mahasiswa I



**Qinanah
3113030091**

Mahasiswa II



**Rizky Ramdhani
3113030141**

**Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir Terapan
Terapan**



**S. Kamilia Aziz ST., MT
19771231 200604 2 001**

01 JUL 2016

**LEMBAR PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai mahasiswa Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini saya :

Nama : QINAMAH / RIZKY RAMDHANI

Nrp. : 3113030091 / 3113030141

Jurusan / Fak. : D3 Teknik Sipil / FTSP

Alamat kontak :

- a. Email : qinorahis6@uphoo.com / leonardo.ra_rizky@gmail.com
b. Telp/HP : 08939309256 / 089633873489

Menyatakan bahwa semua data yang saya upload di Digital Library ITS merupakan hasil final (revisi terakhir) dari karya ilmiah saya yang sudah disahkan oleh dosen penguji. Apabila dikemudian hari ditemukan ada ketidaksesuaian dengan kenyataan, maka saya bersedia menerima sanksi.

Demikian perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty-Free Right*) kepada Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya atas karya ilmiah saya yang berjudul :

PENBEKDALIAN BEMJIR PADA SALURAN MLETO DAN RATA EEBANE PUEH KOTA SURABAYA

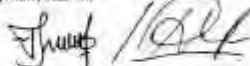
Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta. Saya bersedia menanggung secara pribadi, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini tanpa melibatkan pihak Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Surabaya

Pada tanggal : 01 Juli, 2016

Yang menyatakan,



QINAMAH / RIZKY RAMDHANI

Nrp. 3113030091 / 3113030141



KETERANGAN :

Tanda tangan pembimbing wajib dibubuhi stempel jurusan.

Form dicetak dan diserahkan di bagian Pengadaan saat mengumpulkan hard copy TA/Tesis/Disertasi.

PENGENDALIAN BANJIR PADA SALURAN MLETO DAN RAYA GEBANG PUTIH KOTA SURABAYA

Nama Mahasiswa	: Qinanah
NRP	: 3113030091
Nama Mahasiswa	: Rizky Ramdhani
NRP	: 3113030141
Dosen Pembimbing	: S. Kamilia Aziz ST., MT
NIP	: 19771231 200604 2 001

ABSTRAK

Pengendalian banjir pada saluran Mleto dan Raya Gebang Putih dimaksudkan untuk mengatasi genangan yang sering terjadi di jalan Gebang Putih yang ada pada saluran drainase Raya Gebang Putih.

Perhitungan pada pengendalian banjir ini dibagi menjadi dua tahap yaitu perhitungan hidrologi dan perhitungan hidrolika. Pada perhitungan hidrologi, metode yang digunakan pada distribusi curah hujan yaitu dengan metode log Pearson III dan untuk menghitung debit banjir rencana menggunakan metode “Mononobe”. Sedangkan pada perhitungan hidrolika yaitu dengan menghitung kapasitas saluran eksisting dan dibandingkan dengan debit banjir rencana. Adapun perhitungan aliran balik (*back water*) menggunakan metode tahapan langsung.

Dari hasil perhitungan debit banjir rencana pada saluran Raya Gebang Putih a diperoleh debit banjir sebesar $1,103 \text{ m}^3/\text{det}$, pada saluran Mleto b diperoleh debit banjir rencana sebesar $2,067 \text{ m}^3/\text{det}$, pada saluran Raya Gebang Putih Kiri Kecil $0,062 \text{ m}^3/\text{det}$. Setelah dilakukan perhitungan kapasitas tampung eksisting (*Fullbank Capacity*) didapatkan dua saluran yang terjadi banjir diantara saluran Raya Gebang Putih Kanan dan saluran Raya Gebang Putih Kiri Kecil. Dibutuhkan punggungan pada saluran

Raya Gebang Putih Kanan dan normalisasi pada saluran Mleto dan saluran Raya Gebang Putih Kiri Kecil

Kata Kunci : “Saluran Drainase, Debit Rencana, Punggungan, Normalisasi”.

PENGENDALIAN BANJIR PADA SALURAN MLETO DAN RAYA GEBANG PUTIH KOTA SURABAYA

Nama Mahasiswa	: Qinanah
NRP	: 3113030091
Nama Mahasiswa	: Rizky Ramdhani
NRP	: 3113030141
Dosen Pembimbing	: S. Kamilia Aziz ST., MT
NIP	: 19771231 200604 2 001

ABSTRACT

Flood control of Mleto and Gebang Putih Raya channel was intended to resolve puddles which often occur on the road Gebang Putih which exist at drainage channel of Raya Gebang Putih.

Calculations on flood control is splited become two stages calculation of hydrology and hydraulics calculation. In hydrological calculation, the method used in the distribution of rainfall is the method of log Pearson III and to calculate the flood discharge plan using the "Mononobe" method. While in hydraulics calculation is to calculate the existing channel capacity compared with flood discharge plan. The calculation of back flow (back water) using a direct phase method.

From the calculation of flood discharge plan at Raya Gebang Putih channels obtained flood discharge of $1,103 \text{ m}^3/\text{s}$, at channel of Mleto b obtained by the flood discharge plan amounted to $2,067 \text{ m}^3/\text{s}$, at channel of Raya Gebang Putih Kiri Kecil $0,062 \text{ m}^3 / \text{sec}$. After calculation of the existing capacities (Fullbank Capacity) obtained two lines of flooding between Raya Gebang Putih Kanan channels and channel of Raya Gebang Putih Kiri Kecil. It takes a ridge on Raya Gebang Putih Kanan

channel, normalization on the Mleto channel, and Raya Gebang Putih Kiri Kecil channel.

Keywords : “Drainage Channel, Debit-plans, Ridge, Normalization

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat kasih dan anugerah-Nya Laporan Tugas Akhir Terapan Terapan ini dapat terselesaikan tanpa ada halangan suatu apapun.

Laporan Tugas Akhir Terapan Terapan ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam mengikuti Pendidikan pada Program Diploma III Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya untuk mendapat gelar Ahlimadya.

Pokok pembahasan pada Laporan Tugas Akhir Terapan Terapan ini adalah kajian tentang “Pengendalian Banjir pada Saluran Mleto dan Raya Gebang Putih Kota Surabaya” Tujuan pembahasan ini adalah sebagai salah satu upaya untuk meningkatkan pengetahuan dan kemampuan dalam menganalisa suatu masalah dengan harapan hasil studi tersebut nantinya dapat menjadi pertimbangan untuk perencanaan sistem drainase serupa.

Tersusunnya Laporan Tugas Akhir Terapan Terapan ini juga tidak lepas dari dukungan dan motivasi berbagai pihak yang banyak membantu dan memberi masukan serta arahan kepada kami. Untuk itu kami sampaikan terima kasih terutama kepada :

1. Kedua orang tua, semua keluarga kami tercinta, sebagai penyemangat terbear dari kami, yang telah banyak memberi dukungan materil dan moril berupa doa.
2. Ibu S. Kamilia Aziz ST., MT. selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, petunjuk, dan motivasi dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir Terapan Terapan,
3. Ibu Ir. Sri Subekti, MT. dan Ibu Ir. Estutie Maulanie, CES. selaku dosen wali kami yang telah mendidik dan memberi motivasi kepada kami.

4. Bapak Machsus, ST., MT. selaku Koordinator Program Studi Diploma Teknik Sipil
5. Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Pematusan, Surabaya
6. Teman-teman mahasiswa Diploma Teknik Sipil Angkatan 2013 dan semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah membantu kami dalam penyelesaian Tugas Akhir Terapan Terapan ini.

Kami menyadari akan ada kekurangan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir Terapan Terapan ini. Oleh karena itu, bimbingan dan arahan dari berbagai pihak sangat kami harapkan demi hasil yang lebih baik.

Semoga apa yang kami sajikan dapat memberi manfaat bagi pembaca dan semua pihak, Amin.

Surabaya, Juni 2016

Penyusun

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Peta Lokasi.....	3
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Tinjauan Pustaka	7
2.2.1 Analisa Data Hidrologi.....	7
2.2.2 Analisa Data Hidrolika.....	24
2.2.3 Perhitungan Aliran Balik (Back Water)	27
BAB III.....	29
METODOLOGI	29
3.1 Persiapan.....	29
3.2 Survey Lapangan	29
3.3 Pengumpulan Data.....	30
3.4 Studi Literatur	30
3.5 Pengolahan Data	30
3.6 Diagram Alir (Flow Chart)	31
BAB IV	33
ANALISA DAN PERHITUNGAN	33
4.1 Analisa Debit Banjir Rencana.....	33
4.1.1 Data Curah Hujan.....	33
4.1.2 Perhitungan Parameter Dasar Statistik.....	35

4.1.3	Uji Distribusi Frekuensi	38
4.1.4	Perhitungan Curah Hujan Rencana	45
4.1.5	Analisa Waktu Konsentrasi	46
4.1.6	Perhitungan Intensitas Curah Hujan (I)	51
4.1.7	Perhitungan Debit Banjir Rencana	53
4.2	Analisa Kapasitas Tampung Saluran (Full Bank Capacity)	55
4.2.1	Perhitungan Full Bank Capacity Di Saluran Tersier	57
4.2.2	Perhitungan Full Bank Capacity di Saluran Sekunder	58
4.2.3	Penentuan Solusi	60
4.3	Perhitungan Aliran Balik (Back Water)	65
BAB V		69
PENUTUP		69
5.1	Kesimpulan	69
5.2	Saran	70
DAFTAR PUSTAKA		71
LAMPIRAN		72
BIODATA PENULIS		103

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Parameter yang digunakan untuk menentukan cara yang tepat untuk mencari tinggi hujan rata-rata.....	8
Tabel 2.2	Parameter statistik yang menentukan distribusi.....	10
Tabel 2.3	Reduced Mean (Y_n)	12
Tabel 2.4	Reduced standard deviation (S_n).....	13
Tabel 2.5	Nilai K Distribusi log Pearson III	15
Tabel 2.6	Variabel Reduced Gauss.....	17
Tabel 2.7	Nilai Chi-Kuadrat	17
Tabel 2.8	Nilai D_0 untuk uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov....	19
Tabel 2.9	Koefisien aliran C	21
Tabel 2.10	Kecepatan aliran rata-rata untuk saluran alam.....	23
Tabel 2.11	Koefisien Penyebaran Hujan (β)	24
Tabel 2.12	Koefisien Manning dari Tiap Jenis Material Saluran..	25
Tabel 4.1	Data Curah Hujan Stasiun Keputih	34
Tabel 4.2	Perhitungan Parameter Statistik Data	37
Tabel 4.3	Hasil Perhitungan Awal Parameter Statistik.....	38
Tabel 4.4	Perhitungan Parameter Metode Distribusi Log Pearson III	39
Tabel 4.5	Perhitungan Parameter Metode Distribusi Log Pearson III (Lanjutan).....	40
Tabel 4.6	Hasil Perhitungan Nilai K, Log R, dan R Distribusi Log Pearson III	42
Tabel 4.7	Hasil Perhitungan Uji Chi-Kuadrat pada Distribusi Log Pearson III	42
Tabel 4.8	Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov Metode Distribusi Log Pearson III	44
Tabel 4.9	Perhitungan Curah Hujan Rencana	46
Tabel 4.10	Perhitungan T_0 Tersier	48
Tabel 4.11	Perhitungan T_0 Sekunder	48
Tabel 4.12	Perhitungan T_f Tersier.....	49
Tabel 4.13	Perhitungan T_f Sekunder.....	49
Tabel 4.14	Perhitungan T_c Tersier	50
Tabel 4.15	Perhitungan T_c Sekunder	50
Tabel 4.16	Perhitungan Intensitas Curah Hujan	52

Tabel 4.17	Perhitungan Debit Banjir Rencana Saluran Tersier 2	
	Tahun	54
Tabel 4.18	Perhitungan Debit Banjir Rencana Saluran Seknder 5	
	Tahun	54
Tabel 4.19	Perhitungan Full Bank Capacity	59
Tabel 4.20	Perhitungan Analisa Waktu Konsentrasi	63
Tabel 4.21	Perhitungan Intensitas Curah Hujan.....	63
Tabel 4.22	Perhitungan Debit Banjir Rencana	64
Tabel 4.23	Perhitungan Perencanaan Saluran.....	64
Tabel 4.24	Perhitungan Back water pada Saluran Raya Gebang	
	Putih a	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Lokasi.....	3
Gambar 2.1	Perencanaan Punggungan pada Saluran Raya Gebang Putih dan Normalisasi pada Saluran Mleto	6
Gambar 2.2	Dimensi Saluran Segi Empat	26
Gambar 2.3	Dimensi Saluran Trapesium	26
Gambar 2.4	Dimensi Saluran Lingkaran	27
Gambar 3.1	Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir Terapan Terapan	31
Gambar 3.2	Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir Terapan Terapan (Lanjutan).....	32
Gambar 4.1	Skema jaringan untuk mencari waktu konsentrasi sebelum perencanaan	47
Gambar 4.2	Dimensi Saluran Segi Empat	56
Gambar 4.3	Skema jaringan untuk mencari waktu konsentrasi pada perencanaan.....	60

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banjir adalah peristiwa tergenang dan terbenamnya daratan (yang biasanya kering) karena volume air yang meningkat. Banjir disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu faktor hujan, faktor hancurnya retensi Das Aliran Sungai (DAS), faktor kesalahan perencanaan pembangunan alur sungai, faktor pendangkalan sungai dan faktor kesalahan tata wilayah dan pembangunan sarana dan prasarana (Maryono, 2005).

Banjir di kota Surabaya telah menjadi masalah utama sejak lama. Hal ini disebabkan kota Surabaya terletak pada dataran rendah dan berbatasan langsung dengan laut sehingga aliran-aliran air sungai terpengaruh oleh adanya pasang surut muka air laut. Disamping itu padatnya penduduk kota Surabaya juga merupakan salah satu penyebab banjir. Hal ini dikarenakan tidak mempunyai sarana drainase yang ada untuk menampung air buangan domestik dan air hujan. Penyebab banjir lainnya yaitu semakin berkurangnya lahan-lahan pertanian karena semakin berkembangnya permukiman.

Penulisan Tugas Akhir Terapan ini adalah salah satu upaya untuk memberikan solusi dalam pengendalian banjir pada saluran Mleto dan Raya Gebang Putih. Saluran Mleto merupakan saluran buangan dari daerah Manyar Kerta Adi. Air hujan yang terjadi pada daerah Manyar Kerta Adi dibuang ke saluran Mleto dan Raya Gebang Putih, namun sistem drainase pada saluran Raya Gebang Putih tidak mampu menampung, sehingga terjadi genangan air. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengendalian banjir dengan normalisasi pada saluran Mleto dan perencanaan punggungan (pembagian arah aliran) pada saluran Raya Gebang Putih serta identifikasi permasalahan maupun dampak daerah sekitar yang mungkin terjadi akibat terjadinya perkembangan hal pembangunan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang di atas, maka kami mencoba untuk merumuskan beberapa permasalahan yang terjadi antara lain :

1. Berapa besar debit banjir rencana pada saluran Mleto dan Raya Gebang Putih ?
2. Berapa besar kemampuan penampang saluran Mleto dan Raya Gebang Putih pada kondisi eksisting ?
3. Berapa besar dimensi saluran Raya Gebang Putih yang diperlukan jika saluran eksisting tidak mampu menampung debit banjir yang terjadi ?

1.3 Batasan Masalah

Mengingat luasnya bidang kajian dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir Terapan ini, serta keterbatasan waktu, dan ilmu yang di kuasai, maka pembahasan diberikan batasan masalah sebagai berikut :

1. Perhitungan analisa hidrologi untuk mencari besar debit rencana yang terjadi
2. Perhitungan debit yang terjadi hanya dari air hujan berdasarkan hujan yang terjadi di kawasan tersebut.
3. Perhitungan kapasitas saluran eksisting dengan debit rencana untuk periode ulang 10 tahunan (saluran primer). 5 tahunan (saluran sekunder), dan 2 tahunan (saluran tersier).
4. Perhitungan debit banjir pada setiap saluran, dan mencari saluran yang tidak mampu menampung debit banjir, kemudian dilakukan peninjauan ulang

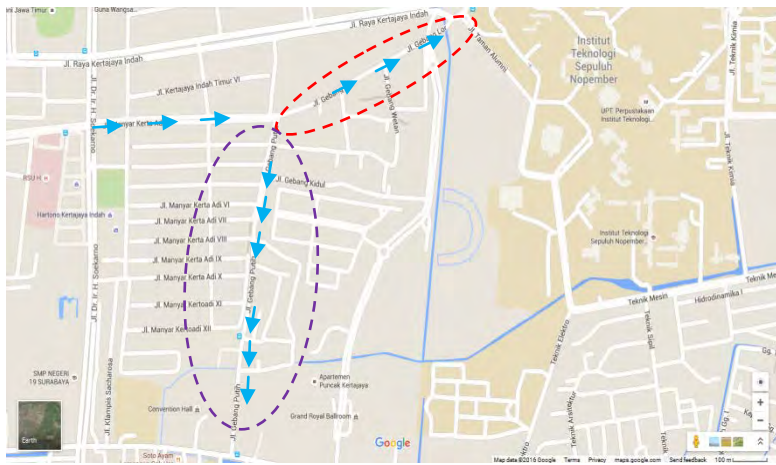
1.4 Tujuan

Tujuan dari penulisan Laporan Tugas Akhir Terapan ini adalah :

1. Dapat mengetahui debit banjir rencana pada saluran Mleto dan Raya Gebang Putih.
2. Dapat mengetahui besar kemampuan penampang saluran Mleto dan Raya Gebang Putih pada kondisi eksisting.
3. Dapat mengetahui dimensi saluran Raya Gebang Putih agar dapat mengatasi banjir yang terjadi.

1.5 Peta Lokasi

Peta lokasi daerah yang ditinjau yaitu terdapat pada gambar 1.1.



Gambar 1.1 Peta Lokasi

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

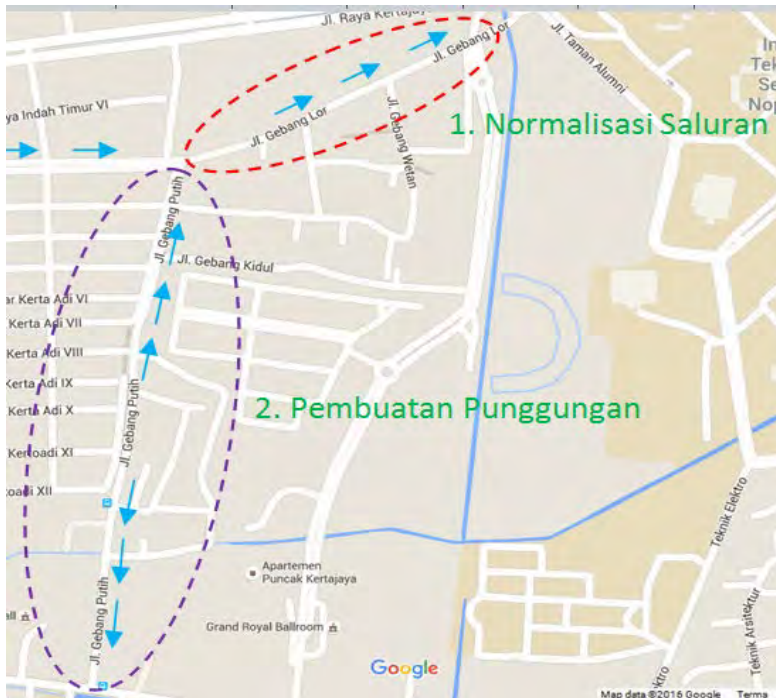
2.1 Penelitian Terdahulu

Menurut informasi yang diberikan oleh Dinas PU Bina Marga dan Pematusan, ada salah satu lokasi di Surabaya yaitu di jalan Gebang Putih yang sampai saat ini daerah tersebut selalu tergenang banjir saat musim penghujan tiba. Begitu pula dengan informasi yang kami dapatkan dari masyarakat sekitar bahwa banjir masih terjadi pada daerah tersebut. Banjir ini terjadi karena saluran di tepi jalan Gebang Putih tidak mampu menampung debit air sebagaimana mestinya disaat hujan turun. Ditambah dengan kiriman air dari saluran Mleto yang membuat air di saluran ini meluber.

Sehingga rencananya akan dibuat perubahan pada aliran air. Sebelumnya aliran air berasal dari saluran Mleto menuju saluran Raya Gebang Putih dan dibuang ke Saluran ITS Tengah, lalu perubahan yang akan terjadi yaitu saluran Raya Gebang Putih dibagi menjadi dua arah aliran yang mengarah ke saluran Mleto dan Saluran ITS Tengah dengan cara membuat ambang pada saluran tersebut. Air yang mengalir dari saluran Raya Gebang Putih menuju saluran Mleto akan diteruskan ke Kali Dami.

Dan akan ada kegiatan Normalisasi Saluran di saluran Mleto, tepi jalan Gebang Lor sepanjang 545 meter. Dimana pada saluran tersebut akan dirubah dimensinya karena menerima debit tambahan dari saluran Raya Gebang Putih yang sudah berubah arah alirannya.

Berikut gambar dari perencanaan penggungan pada saluran Raya Gebang Putih dan normalisasi pada saluran Mleto :



Gambar 2.1 Perencanaan Punggungan pada Saluran Raya Gebang Putih dan Normalisasi pada Saluran Mleto

2.2 Tinjauan Pustaka

Data yang telah diperoleh kemudian diolah dengan menggunakan metode-metode yang telah diajarkan atau metode lain yang mungkin diperlukan.

2.2.1 Analisa Data Hidrologi

Adapun langkah-langkah dalam pengolahan data hidrologi yang sudah didapat dari instansi adalah sebagai berikut :

2.2.1.1 Mencari Data Hujan yang Kosong

Sebelum mengolah data hujan lebih lanjut, terlebih dahulu data hujan yang kurang harus dilengkapi. Ada 2 metode untuk melengkapi data hujan yang kurang yaitu :

a. Metode Aritmatika

Metode Aritmatika dapat digunakan apabila persentase perbandingan data hujan rata-rata tahunan stasiun yang datanya tidak lengkap <10% perbedaannya dengan stasiun indeks (stasiun hujan yang datanya lengkap). Rumus untuk mencari data hujan yang hilang metode aritmatika adalah

$$R_{\bar{X}} = \frac{1}{n} \left[\left(\frac{N_x}{N_a} \cdot R_a \right) + \left(\frac{N_x}{N_b} \cdot R_b \right) + \left(\frac{N_x}{N_c} \cdot R_c \right) \right] \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

$R_{\bar{X}}$ = data hujan yang kosong

n = jumlah data

N_x = jumlah data yang ada pada daerah yang kosong

R_a, R_b, R_c = data hujan pembandingan

N_a, N_b, N_c = jumlah data sebagai pembandingan

b. Metode Rasio Normal

Metode Rasio Normal dapat digunakan apabila persentase perbandingan hujan rata-rata tahunan stasiun yang datanya tidak lengkap 10% perbedaannya dengan stasiun indeks (stasiun hujan yang datanya lengkap). Rumus untuk mencari data hujan yang hilang metode rasio normal adalah

$$RD = \frac{1}{n} \left(\frac{N_D}{N_A} \times R_A + \frac{N_D}{N_B} \times R_B + \frac{N_D}{N_C} \times R_C + \frac{N_D}{N_D} \times R_D \right) \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

R = data hujan

N = hujan rata-rata tahunan

n = jumlah stasiun hujan disekitar

(Sumber : Triatmodjo, 2010:40)

2.2.1.2 Menghitung Tinggi Hujan Rata-rata

Untuk menentukan tinggi hujan rata-rata suatu daerah dimana daerah tersebut terdapat beberapa stasiun penakar hujan, masing-masing stasiun penakar hujan tersebut memiliki karakteristik daerah yang berbeda. Untuk itu perlu diadakannya pembaruan sifat karakteristik dari beberapa stasiun yang diperhitungkan, sehingga memiliki sifat karakteristik yang sama atau hamper sama. Untuk perhitungan curah hujan rata-rata digunakan beberapa metode sesuai dengan ketentuan dan kondisi pada daerah tersebut. Parameter untuk menentukan cara mencari tinggi hujan rata-rata dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Parameter yang digunakan untuk menentukan cara yang tepat untuk mencari tinggi hujan rata-rata

Parameter	Kondisi	Cara yang dapat digunakan
Jumlah Stasiun Hujan	Cukup	Aljabar, Poligon Thiessen, Ishoyet
	Terbatas	Rata-rata Aljabar, Poligon Thiessen
Luas DAS	>5000 km ² (Besar)	Ishoyet
	501-5000 km ² (Sedang)	Poligon Thiessen
	<500 km ² (Kecil)	Rata-rata Aljabar
	Pegunungan	Poligon Thiessen
Kondisi Topografi	Dataran	Aljabar
	Berbukit dan tidak beraturan	Ishoyet dan Poligon Thiessen

(Sumber : Suripin, 2004:31-32)

Rumus :

$$\bar{R} = \frac{1}{n} (R_A + R_B + R_C + \dots + R_n) \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

\bar{R} = Hujan rata-rata (mm)

N = Jumlah data

R_A, R_B = Tinggi hujan masing-masing stasiun (mm)

2.2.1.3 Parameter Statistika

Dalam statistika dikenal beberapa parameter yang berkaitan dengan analisa data yang meliputi :

1. Nilai Rata-rata Tinggi Hujan

Tinggi rata-rata hujan diperoleh dengan mengambil harga rata-rata yang dihitung dari penakaran hujan pada area tersebut. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

\bar{R} = Tinggi rata-rata hujan (mm)

R_i = Variabel random (mm)

n =Jumlah data

(Sumber : Suripin, 2004: 34)

2. Standart Deviasi

Pada umumnya umumnya ukuran disperse yang paling banyak digunakan adalah Standart Deviasi (Sd). Apabila penyebaran data sangat besar terhadap nilai rata-rata, maka nilai Standart Deviasi dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (R_i - \bar{R})^2}{n-1}} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :

Sd = Standart Deviasi

\bar{X} = Tinggi rata-rata hujan (mm)

X_i =Variabel random (mm)

n = Jumlah data

(Sumber : Suripin, 2004: 34)

3. Koefisien Kemencengan

Koefisien kemencengan adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan dari suatu bentuk distribusi. Koefisien kemencengan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)Sd^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

Cs = Koefisien Skewness

Sd = Standart Deviasi

\bar{X} = Tinggi rata-rata hujan (mm)

X_i = Variabel random (mm)

n = Jumlah data

(Sumber : Soewarno, 1995:81)

4. Koefisien Keruncingan

Koefisien keruncingan digunakan untuk menentukan keruncingan kurva distribusi yang pada umumnya dibandingkan dengan distribusi normal. Koefisien keruncingan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)Sd^4} \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana :

Ck = Koesien Kurtosis

Sd = Standart Deviasi

\bar{X} = Tinggi rata-rata hujan (mm)

X_i = Variabel random (mm)

n = Jumlah data

(Sumber : Triatmodjo, 2008:242)

Perhitungan curah hujan rencana dapat dihitung menggunakan beberapa metode. Adapun sifat-sifat khas parameter dari masing-masing distribusi dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Parameter statistik yang menentukan distribusi

Distribusi	Persyaratan
Normal	Cs = 0 Ck = 3
Log Normal	$Cs \approx C_v^3 + 3C_v$ $Ck \approx C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
Gumbel	Cs = 1,14 Ck = 5,4
Log Pearson III	Selain Nilai Di atas

(Sumber : Triatmodjo, 2008:250)

2.2.1.4 Menghitung Tinggi Hujan Rencana

Tinggi hujan rencana adalah besarnya curah hujan yang dipakai sebagai dasar perhitungan debit rencana. Untuk menghitung tinggi hujan rencana digunakan beberapa metode yaitu :

1. Metode Distribusi Normal

Data variabel hidrologi yang telah dihitung besarnya peluang atau periode ulangnya, selanjutnya apabila digambar pada kertas grafik peluang akan membentuk garis lurus sebagai berikut

$$X_T = \bar{X} + K_T \times Sd \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana :

X_T = Perkiraan tinggi hujan rencana dengan periode ulang T -tahun

\bar{X} = Tinggi hujan rata-rata

K_T = Faktor frekuensi probabilitas

Sd = Standart deviasi

2. Metode Distribusi Gumbel

Prosedur perhitungan menggunakan Metode Distribusi Gumbel adalah sebagai berikut :

a. Mengurutkan data curah hujan mulai dari nilai terbesar sampai nilai terkecil

b. Mencari probabilitas terjadinya suatu peristiwa ke m dengan rumusan

$$P = \frac{m}{n+1} \dots \dots \dots (2.9)$$

c. Menentukan periode ulang dari probabilitas tersebut dengan rumus :

$$T = \frac{1}{p} \dots \dots \dots (2.10)$$

d. Menggunakan perumusan Gumbel yaitu :

$$X_T = X + \alpha \cdot Y^T \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana :

$$X = \bar{X} + K \cdot Sd \dots \dots \dots (2.12)$$

$$Y = Y_n + K \cdot Sn \dots \dots \dots (2.13)$$

Dengan :

Y_n = *Reduce mean* tergantung jumlah sampel (harga Y_n dapat dilihat pada tabel 2.3)

S_n = *Reduce standard deviation* (harga S_n dapat dilihat pada tabel 2.4)

Y_t = *Reduce variate*, mempunyai nilai yang berbeda pada setiap periode ulang

Tabel 2.3 Reduced Mean (Y_n)

n	Y_n	n	Y_n	n	Y_n	n	Y_n	n	Y_n
10	0,4595	29	0,5353	47	0,5473	65	0,5535	83	0,5574
11	0,4996	30	0,5362	48	0,5477	66	0,5538	84	0,5576
12	0,5053	31	0,5371	49	0,5481	67	0,5540	85	0,5578
13	0,5070	32	0,5380	50	0,5485	68	0,5543	86	0,5580
14	0,5100	33	0,5388	51	0,5489	69	0,5545	87	0,5581
15	0,5128	34	0,5396	52	0,5493	70	0,5548	88	0,5583
16	0,5157	35	0,5402	53	0,5497	71	0,5550	89	0,5585
17	0,5181	36	0,5410	54	0,5501	72	0,5552	90	0,5586
18	0,5202	37	0,5418	55	0,5504	73	0,5555	91	0,5587
19	0,5220	38	0,5424	56	0,5508	74	0,5557	92	0,5589
20	0,5236	39	0,5430	57	0,5511	75	0,5559	93	0,5591
21	0,5252	40	0,5436	58	0,5515	76	0,5561	94	0,5592
22	0,5268	41	0,5442	59	0,5518	77	0,5563	95	0,5593
23	0,5283	42	0,5448	60	0,5521	78	0,5565	96	0,5595
24	0,5296	43	0,5453	61	0,5524	79	0,5567	97	0,5596
25	0,5309	44	0,5458	62	0,5527	80	0,5569	98	0,5598
26	0,5320	45	0,5463	63	0,5530	81	0,5570	99	0,5599
27	0,5332	46	0,5468	64	0,5533	82	0,5572	100	0,5600
28	0,5343								

(Sumber : Soemarto, 1999:148)

Sedangkan Sn dapat dilihat pada tabel 2.4

Tabel 2.4 Reduced standard deviation (Sn)

n	Sn	n	Sn	n	Sn	n	Sn	n	Sn
10	0,9496	29	1,1086	47	1,1557	65	1,1803	83	1,1959
11	0,9676	30	1,1124	48	1,1547	66	1,1814	84	1,1967
12	0,9833	31	1,1159	49	1,1590	67	1,1824	85	1,1973
13	0,9971	32	1,1193	50	1,1607	68	1,1834	86	1,1980
14	1,0095	33	1,1226	51	1,1623	69	1,1844	87	1,1987
15	1,0206	34	1,1255	52	1,1638	70	1,1854	88	1,1994
16	1,0316	35	1,1285	53	1,1658	71	1,1863	89	1,2001
17	1,0411	36	1,1313	54	1,1667	72	1,1873	90	1,2007
18	1,0493	37	1,1339	55	1,1681	73	1,1881	91	1,2013
19	1,0565	38	1,1363	56	1,1696	74	1,1890	92	1,2020
20	1,0628	39	1,1388	57	1,1708	75	1,1898	93	1,2026
21	1,0696	40	1,1413	58	1,1721	76	1,1906	94	1,2032
22	1,0754	41	1,1436	59	1,1734	77	1,1915	95	1,2038
23	1,0811	42	1,1458	60	1,1747	78	1,1923	96	1,2044
24	1,0864	43	1,1480	61	1,1759	79	1,1930	97	1,2049
25	1,0915	44	1,1499	62	1,1770	80	1,1938	98	1,2055
26	1,0961	45	1,1519	63	1,1782	81	1,1945	99	1,2060
27	1,1004	46	1,1538	64	1,1793	82	1,1953	100	1,2065
28	1,1047								

(Sumber : Soemarto, 1999:149)

3. Metode Distribusi Log Pearson III

Distribusi log Pearson III banyak digunakan dalam analisa hidrologi, terutama dalam analisa data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim. Bentuk distribusi log Pearson III merupakan hasil transformasi dari distribusi Pearson III dengan menggantikan variant menjadi nilai logaritmik.

Bentuk komulatif dari distribusi log Pearson III dengan nilai variantnya X apabila digambarkan pada kertas peluang

logaritmik (*logarithmic probability paper*) akan merupakan model matematik persamaan garis lurus. Persamaan garis lurusnya adalah :

$$Y = \bar{Y} - k \cdot S \dots \dots \dots (2.14)$$

Prosedur untuk menentukan kurva distribusi log Pearson III, adalah :

a. Menentukan logaritma dari semua nilai variant X

b. Menghitung nilai rata-rata (mean)

$$\overline{\text{Log } X} = \frac{\sum \log X}{n} \dots \dots \dots (2.15)$$

n = Jumlah data

c. Menghitung nilai standard deviasi dari Log X

$$\overline{\text{SdLog } X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log x - \overline{\log x})^2}{n-1}} \dots \dots \dots (2.16)$$

d. Menghitung nilai koefisien kemencengan

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (\text{Log } X - \overline{\text{Log } X})^3}{(n-1)(n-2)(\overline{\text{SdLog } X})^3} \dots \dots \dots (2.17)$$

Sehingga persamaan dapat ditulis :

$$\text{Log } X_t = \overline{\text{Log } X} + K \cdot \overline{\text{SdLog } X} \dots \dots \dots (2.18)$$

Dimana :

Sd = Standard Deviasi

\bar{X} = Tinggi rata-rata hujan (mm)

X_i = Variabel random (mm)

n = Jumlah data

K = Faktor sifat distribusi log Pearson III yang merupakan fungsi dari besarnya C_s (harga K dapat dilihat pada tabel 2.5).

Tabel 2.5 Nilai K Distribusi log Pearson III

Koefisien Kemencengan	Periode Ulang (Tahun)				
(Cs)	2	5	10	50	100
3	-0,396	0,420	1,180	3,152	4,051
2,5	-0,360	0,574	1,250	3,108	3,185
2	-0,307	0,609	1,302	2,912	3,605
1,5	-0,240	0,705	1,333	2,712	3,330
1.2	-0,195	0,732	1,310	2,626	3,149
1	-0,164	0,758	1,340	2,342	3,022
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,198	2,957
0,8	-0,132	0,780	1,336	2,153	2,891
0,7	-0,116	0,790	1,333	2,107	2,824
0,6	-0,099	0,800	1,328	2,339	2,755
0,5	-0,083	0,808	1,323	2,311	2,686
0,4	-0,066	0,816	1,317	2,610	2,615
0,3	-0,050	0,824	1,309	2,211	2,314
0,2	-0,033	0,830	1,031	2,159	2,172
0,1	-0,017	0,836	1,292	2,107	2,100
0	0,000	0,842	1,282	2,031	2,326
-0,1	0,017	0,834	1,270	2,000	2,232
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,945	2,178
-0,3	0,060	0,853	1,245	1,890	2,101
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,831	2,029
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,777	1,955
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,720	1,880
-0,7	0,166	0,857	1,183	1,663	1,806
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,606	1,733
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,519	1,660
-1	0,161	0,852	1,128	1,492	1,888
-1.2	0,195	0,844	1,086	1,379	1,449
-1,5	0,240	0,832	1,018	1,217	1,256
-2	0,307	0,777	0,895	0,980	0,990
-2,5	0,360	0,711	0,771	0,798	0,799
-3	0,396	0,636	0,660	0,666	0,667

(Sumber : Soewarno, 1995:219)

2.2.1.5 Uji Kecocokan Distribusi

Untuk menentukan uji kecocokan distribusi dari sampel data terhadap fungsi distribusi teoritis yang diperkirakan dapat menggambarkan distribusi empiris, diperlukan pengujian secara statistik. Untuk menetapkan apakah persamaan distribusi peluang yang akan dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisa. Ada 2 jenis uji kecocokan yaitu :

1. Chi-Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat digunakan untuk menentukan apakah persamaan peluang dapat mewakili dari distribusi sampel data yang dianalisa.

Parameter yang digunakan dalam pengambilan keputusan ini adalah χ^2 , parameter χ^2 dapat dihitung dengan rumus :

$$\chi^2 h = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots \dots \dots (2.19)$$

Dengan :

$\chi^2 h$ = Parameter Chi-Kuadrat terhitung

O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke i

E_i = jumlah nilai teoriti pada sub kelompok k i

(Sumber : Triatmodjo, 2008:238)

Prosedur perhitungan uji Chi-Kuadrat adalah :

- Tetapkan jumlah pengamatan data curah hujan (n) tahun
- Urutkan data curah hujan dari yang terbesar ke terkecil ataupun sebaliknya
- Hitung derajat kebebasan dengan menggunakan rumus $DK = K - (\alpha + 1)$, dimana $\alpha = 2$ untuk distribusi normal dan binomial dan $\alpha = 1$ untuk distribusi *poison*
- Cara nilai Chi-Kuadrat dari harga DK dan $h = 5\%$ dari tabel distribusi Chi-Kuadrat dan membandingkan periode ulang 10 tahun dengan variabel K dan peluang 9%, 5%, % pada tabel 2.6 *Variabel Reduced Gauss*
- Interpretasi data yang ada dengan membandingkan nilai Chi-Kuadrat teoritis dan nilai Chi-Kuadrat dengan memasukkan hasil ($\chi^2 h$) pada tabel 2.7 Nilai Chi-Kuadrat

- f. Apabila $(\chi^2 h) < (\chi^2 Cr)$, maka jumlah data dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya sesuai interpretasi datanya.

Tabel 2.6 Variabel Reduced Gauss

Periode Ulang T (tahun)	Peluang	K_T
5	0,2	0,84
10	0,1	1,28
20	0,05	1,64
50	0,2	2,05
100	0,01	2,33

(Sumber : Soewarno, 1995:119)

Tabel 2.7 Nilai Chi-Kuadrat

Dk	Taraf Signifikan					
	50%	30%	20%	10%	5%	1%
1	0,455	1,074	1,642	2,706	3,841	6,635
2	1,366	2,408	3,219	4,605	5,991	9,210
3	2,366	3,665	4,642	6,251	7,815	11,341
4	3,357	4,878	5,989	7,779	9,488	13,277
5	4,351	6,056	7,289	9,236	11,070	15,086
6	5,348	7,231	8,558	10,645	12,592	16,812
7	6,346	8,383	9,803	12,017	14,067	18,475
8	7,344	9,254	11,030	13,362	15,507	20,090
9	8,343	10,656	12,242	14,686	16,919	21,666
10	9,342	11,781	13,442	15,987	18,307	23,309
11	10,341	12,899	14,631	17,275	19,675	24,725
12	11,340	14,011	15,812	18,549	21,026	26,217
13	12,340	15,119	16,985	19,812	22,362	27,688
14	13,339	16,222	18,151	21,064	23,685	29,141
15	14,339	17,332	19,311	23,307	24,996	30,578

(Sumber : Triatmodjo, 2008:240)

2. Smirnov-Kolmogorov

Uji Smirnov-Kolmogorov juga sering disebut juga uji kecocokan non parameter, karena pengujinya tidak menggunakan fungsi dari distribusi tersebut.

Prosedur uji Smirnov-Kolmogorov adalah :

- a. Urutkan data pengamatan dari terbesar ke terkecil atau sebaliknya tentukan peluang masing-masing data distribusi :

$$X_1 = P(X_1)$$

$$X_2 = P(X_2)$$

$$X_m = P(X_m)$$

$$X_n = P(X_n)$$

$$P(X_n) = \frac{m}{n-1} \text{ dan } P(X <) = 1 - P(X_i) \dots \dots \dots (2.20)$$

Dengan :

$P(X)$ = Peluang

m = Nomor urut kejadian

n = jumlah data

- b. Tentukan masing-masing peluang teoritis dan hasil penggambaran data

$$X_1 = P'(X_1)$$

$$X_2 = P'(X_2)$$

$$X_m = P'(X_m)$$

$$X_n = P'(X_n)$$

$$F(t) = \frac{X - \bar{X}}{S_d} \text{ dan } P'(X_i) = 1 - P'(X <) \dots \dots \dots (2.21)$$

Dengan :

$P'(X_m)$ = Peluang teoritis yang terjadi pada nomor ke n

X = Curah hujan harian

\bar{X} = Curah hujan rata-rata

$F(t)$ = Distribusi normal standard

- c. Tentukan selisih terbesar dari peluang pengamatan dengan peluang teoritis dari kedua nilai peluang tersebut :

$$D_{maks} = [P(X_m) - P'(X_m)] \dots \dots \dots (2.22)$$

- d. Tentukan nilai D_0 berdasarkan tabel kritis Smirnov-Kolmogorov.

e. Interpretasi hasilnya adalah :

- Apabila $D_{maks} < D_0$ distribusi yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima
 - Apabila $D_{maks} > D_0$ maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan distribusi tidak sama
- Persamaan garis yang umum digunakan untuk Smirnov-Kolmogorov adalah :

$$X = \bar{X} + k \times Sd \dots \dots \dots (2.23)$$

Dengan :

X = Hujan rencana

\bar{X} = Hujan rata-rata

k = Faktor distribusi

Sd = Standard Deviasi

Tabel 2.8 Nilai D_0 untuk uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov

N	Derajat Kepercayaan (α)			
	0,2	0,1	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27

2.2.1.6 Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran merupakan perbandingan antara limpasan air hujan dengan total hujan penyebab limpasan. Koefisien pengaliran pada suatu daerah dipengaruhi oleh kondisi karakteristik sebagai berikut :

- Kondisi hujan
- Luas dan bentuk daerah pengaliran
- Kemiringan daerah aliran dan kemiringan dasar sungai
- Daya infiltrasi dan perkolasi tanah
- Tata guna lahan

Untuk menentukan koefisien pengaliran rata-rata, rumus yang digunakan adalah :

$$C = \frac{A_1 C_1 + A_2 C_2 + \dots + A_n C_n}{A \text{ total}} \dots \dots \dots (2.24)$$

Dimana :

C = Koefisien aliran rata-rata

A_n = Luas daerah pengaruh hujan ke-n (km^2)

C_n = Koefisien aliran pada tata guna lahan

A = Luas total DAS (km^2)

(Sumber : Subarkah, 1980:51)

Koefisien pengaliran dapat dilihat pada tabel 2.9

Tabel 2.9 Koefisien aliran C

Tipe Daerah Aliran	C
Rerumputan	
Tanah pasir, datar, 2%	0,50-0,10
Tanah pasir, sedang, 2-7%	0,10-0,15
Tanah pasir, curam, 7%	0,15-0,20
Tanah gemuk, datar, 2%	0,13-0,17
Tanah gemuk, sedang, 2-7%	0,18-0,22
Tanah gemuk, curam, 7%	0,25-0,35
Perdagangan	
Daerah kota lama	0,75-0,95
Daerah pinggiran	0,50-0,70
Perumahan	
Daerah single family	0,30-0,50
Multi unit terpisah	0,40-0,60
Multi unit tertutup	0,60-0,75
Suburban	0,25-0,40
Daerah apartemen	0,50-0,70
Industri	
Daerah ringan	0,50-0,80
Daerah berat	0,60-0,90
Taman, kuburan	0,10-0,25
Tempat bermain	0,20-0,35
Halaman kereta api	0,20-0,40
Daerah tidak dikerjakan	0,10-0,30
Jalan: beraspal	0,70-0,95
Beton	0,80-0,95
Batu	0,70-0,85
Atap	0,70-0,85

(Sumber : Triatmodjo, 2010: 145)

2.2.1.7 Intensitas Hujan

Perhitungan Intensitas Hujan tergantung dari data yang tersedia. Data dari alat penakar hujan manual : data hujan harian atau data hujan 24 jam-an, rumus yang digunakan adalah rumus “*Mononobe*”.

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{T_c} \right]^{2/3} \dots\dots\dots(2.25)$$

Dimana :

I_t = Intensitas Hujan (mm/jam)

R_{24} = hujan harian (mm)

T_c = waktu konsentrasi (jam)

- Data dari alat penakar hujan otomatis : data hujan jam-jaman, rumus yang digunakan adalah rumus-rumus empiris :

$$\text{Talbot} \rightarrow I_t = \frac{a}{t+b} \dots\dots\dots(2.26)$$

$$\text{Ishiguro} \rightarrow I_t = \frac{a}{\sqrt{t+b}} \dots\dots\dots(2.27)$$

$$\text{Sherman} \rightarrow I_t = \frac{a}{t^n} \dots\dots\dots(2.28)$$

(*Sumber : Suyono, 2006:32*)

- Time of Concentration (t_c)

$$T_c = T_0 + T_f \dots\dots\dots(2.29)$$

Dimana :

T_0 = overland flow time (inlet time) adalah waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir diatas permukaan tanah, dari titik terjauh pada suatu daerah pengaliran (*catchment area*) sampai sistem saluran yang ditinjau

T_f = channel flow time adalah waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir disepanjang saluran sampai ke titik control di bagian hilir yang ditinjau.

- Overland flow time (T_0)

$$\text{Kirpich Formula} \rightarrow T_0 = 0,0195 \left(\frac{L_0}{\sqrt{I_0}} \right)^{0,77} \text{ menit} \dots\dots\dots(2.30)$$

Dimana :

L_0 = jarak titik terjauh lahan terhadap sistem saluran yang ditinjau

I_0 = kemiringan rata-rata permukaan tanah kearah saluran yang ditinjau

n = koefisien kekasaran permukaan tanah menurut Kerby (missal :tanah licin, $n=0,02$. tanah berumput, $n=0,04$. dst)

- Channel Flow Time (t_f)

$$t_f = \frac{L}{V} \dots \dots \dots (2.31)$$

L = panjang saluran (meter)

V = kecepatan aliran dalam saluran (m/det) dapat dilihat pada tabel 2.10

Tabel 2.10 Kecepatan aliran rata-rata untuk saluran alam

Kemiringan rata-rata dasar sungai (%)	Kecepatan rata-rata (m/detik)
<1	0,40
1-2	0,60
2-4	0,90
4-6	1,20
6-10	1,50
10-15	2,40

2.2.1.8 Debit Rencana

Untuk menentukan debit banjir rencana yang mungkin akan mengalir atau terjadi dengan rencana waktu ulang tertentu. Dalam perencanaan pengendalian banjir dipakai **Metode Rasional**.

Rumus :

$$Q = \frac{1}{3,6} \cdot \beta \cdot C \cdot I_t \cdot A \dots \dots \dots (2.32)$$

Dimana :

Q = debit rencana (m^3/det)

β = koefisien penyebaran hujan (terlihat tabel 2.9)

I_t = intensitas hujan (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (km^2)

C = koefisien pengaliran (*run-off coefficient*)

(Sumber : Suripin, 2004:82)

Tabel 2.11 Koefisien Penyebaran Hujan (β)

Luas Catchment Area (km ²)	Koefisien (β)
0-4	1
5	0,995
10	0,98
15	0,995
20	0,92
25	0,875
30	0,82
50	0,5

(Sumber : Soewarno, 1995)

2.2.2 Analisa Data Hidrolika

2.2.2.2 Perencanaan Saluran Drainase

Perencanaan saluran drainase harus berdasarkan perhitungan debit yang akan ditampung oleh daerah tersebut dan kondisi lapangan. Batasan dalam perencanaan saluran drainase adalah sebagai berikut :

- Dalamnya aliran, luas penampang lintang aliran, kecepatan aliran serta debit selalu tetap setiap penampang melintang.
- Bentuk penampang saluran drainase data merupakan saluran terbuka maupun saluran tertutup tergantung dari kondisi eksisting.

Rumus kecepatan rata-rata pada perhitungan dimensi penampang saluran menggunakan rumus Manning, karena rumus ini mempunyai bentuk yang sangat sederhana tetapi memberikan hasil yang sangat memuaskan.

Rumus :

$$Q = A \cdot V \dots \dots \dots (2.33)$$

Dimana :

Q = Debit aliran (m³/detik)

A = Luas basah penampang saluran (m²)

V = kecepatan aliran (m/detik)

(Sumber : Suripin, 2004:130)

Untuk menentukan V dilakukan perhitungan dengan metode manning :

Rumus :

$$V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \dots\dots\dots(2.34)$$

Dimana

n = koefisien kekasaran dinding dan dasar saluran

R = jari-jari hidrolis ($R=A/P$)

P = keliling basah penampang saluran (m)

I = kemiringan dasar saluran

(Sumber : Suripin, 2004:144)

Tabel 2.12 Koefisien Manning dari Tiap Jenis Material Saluran

Material Saluran	Koefisien Kekasaran
Plester halus	0,001 – 0,013
Plester kasar	0,011 – 0,015
Beton dipoles sedikit	0,013 – 0,016
Beton dipoles dengan sendok kayu	0,011 – 0,015
Batu teratur dengan semen	0,015 – 0,020
Batu bata dengan semen	0,012 – 0,018
Batu tidak teratur dengan semen	0,017 – 0,024
Pasangan batu pecah di semen	0,017 – 0,030
Tanah dengan sedikit tanaman pengganggu	0,022 – 0,033
Tanah dengan banyak tanaman pengganggu	0,030 – 0,004

- Penampang Saluran Segi Empat (terlihat pada gambar 2.2)

$$Q = A \cdot V \dots\dots\dots(2.35)$$

Dimana :

Q = Debit saluran (m³/detik)

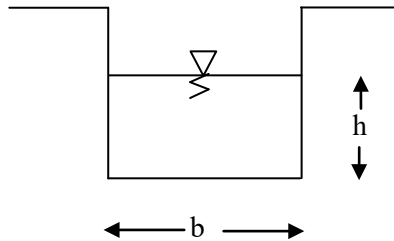
A = Luas penampang basah saluran (m²) = $b \times h$

P = Keliling basah = $b + 2h$

R = Jari-jari hidrolis saluran (m) = A/P

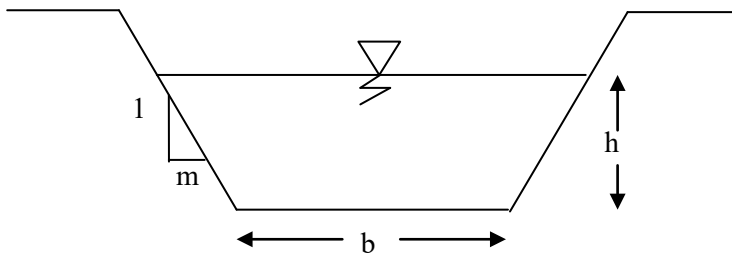
V = Kecepatan aliran (m/detik)

(Sumber : Anggrahini, 2005:17)



Gambar 2.2 Dimensi Saluran Segi Empat

- Penampang Saluran Trapesium (terlihat pada gambar 2.3)
 $Q = A \cdot V$(2.36)
 Dimana :
 Q = Debit saluran (m³/detik)
 A = Luas penampang basah saluran (m²) = $(b + mh) h$
 P = Keliling basah = $b + 2h \sqrt{1 + m^2}$
 R = Jari-jari hidrolis saluran (m) = A/P
 V = Kecepatan aliran (m/detik)
 (Sumber : Anggrahini, 2005:17)



Gambar 2.3 Dimensi Saluran Trapesium

- Penampang Saluran Lingkaran (terlihat pada gambar 2.4)
 $Q = A \cdot V$(2.37)
 Dimana :
 Q = Debit saluran (m³/detik)
 A = Luas penampang basah saluran (m²) = $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$
 P = Keliling basah = $\pi \cdot d^2$

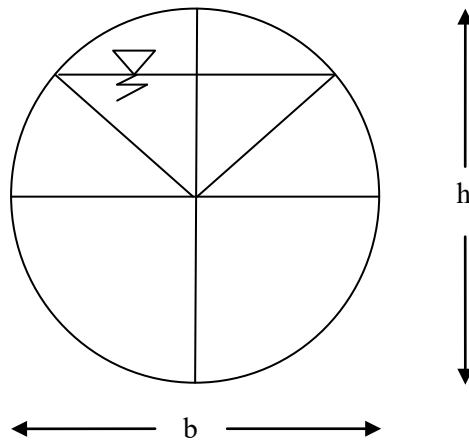
R = Jari-jari hidrolis saluran (m) = A/P

V = Kecepatan aliran (m/detik)

Aliran bebas (v) = $V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$

Aliran tertekan (v) = $\sqrt{2 \cdot g \cdot h}$

(Sumber : Anggrahini, 2005:17)



Gambar 2.4 Dimensi Saluran Lingkaran

2.2.3 Perhitungan Aliran Balik (Back Water)

Aliran balik merupakan gangguan pada saluran, dimana profil permukaan air atau lengkungan permukaan aliran pada saluran (kedalaman aliran pada saluran) berubah secara lambat laun. Agar saluran tetap berfungsi dan dapat mengalirkan air dengan baik dan sesuai dengan perencanaan, maka pengaruh adanya *back water* tersebut harus diperhitungkan dan dipakai sebagai dasar penentuan bangunan-bangunan pelengkap (bangunan penolong) yakni tanggul saluran pada pertemuan saluran sekunder Mleto dengan saluran primer Kalidami. Untuk menghitung dan menentukan panjang pengaruh *back water* pada penampang teratur digunakan metode Tahapan Langsung atau *Direct Step Methode*.

Langkah-langkah yang diselesaikan dalam tabel yang terdiri dari 14 kolom sebagai berikut :

Y	A	P	R	$R^{4/3}$	V	$a = \frac{v^2}{2g}$	E	ΔE	I_f	\bar{I}_f	$I_0 - \bar{I}_f$	Δx	x
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Keterangan setiap kolom :

1. y = Kedalaman aliran pada saluran (m)
2. A = Luas penampang basah saluran (m²)
3. P = Keliling basah saluran (m)
4. R = Jari-jari hidrolis saluran m), $R = \frac{A}{P}$
5. $R^{4/3}$
6. V = Kecepatan aliran rata-rata (m/det)
7. $a = \frac{v^2}{2g}$ = Tinggi kecepatan
8. E = Energi spesifik (m), $E = y + a \frac{v^2}{2g}$
9. ΔE = Perubahan energi spesifik (m)
10. I_f = Miring energi
11. \bar{I}_f = Miring energi rata-rata
12. $I_0 - \bar{I}_f$ = Selisih miring dasar dengan miring energi rata-rata
13. Δx = Panjang bagian saluran antara 2 tahap berurutan,

$$\Delta x = \frac{\Delta E}{I_0 - \bar{I}_f}$$
14. x = Jarak dari penampang yang ditinjau terhadap titik control awal perhitungan (panjang pengaruh aliran balik/*back water*) (m)

BAB III METODOLOGI

Metodologi suatu perencanaan adalah cara dan urutan kerja sesuai perhitungan untuk mengatasi banjir yang terjadi. Didalam pelaksanaan Tugas Akhir Terapan ini dilakukan melalui beberapa tahap. Pada bab ini akan dijelaskan langkah-langkah penyusunan Tugas Akhir Terapan.

3.1 Persiapan

Persiapan yang tercakup dalam serangkaian kegiatan yang meliputi :

1. Mencari informasi yang diperlukan dalam penyusunan Tugas Akhir Terapan.
2. Mencari data ke instansi/perusahaan yang terkait, antara lain Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Pematuan Kota Surabaya, serta meminta ijin untuk pengambilan data guna dijadikan sebagai bahan Tugas Akhir Terapan.
3. Membuat dan mengajukan surat yang diperlukan untuk memperoleh data yaitu proposal dan surat pengantar dari kaprodi untuk pengajuan pengambilan data.
4. Mengumpulkan data dan segala bentuk kegiatan/hasil survei yang sekiranya dapat mendukung dalam penyusunan laporan Tugas Akhir Terapan.

3.2 Survey Lapangan

Survei lapangan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kondisi rawan banjir di sekitar saluran dan untuk mengetahui kondisi eksisting saluran yang nantinya akan dilakukan perhitungan.

3.3 Pengumpulan Data

Data-data yang menunjang dan digunakan dalam Pengendalian Banjir pada Saluran Gebang Putih dan Gebang Lor Kota Surabaya antara lain :

- a. Data curah hujan
- b. Peta tata guna lahan
- c. Kondisi eksisting
- d. Skema jaringan
- e. Survei lapangan Peta topografi

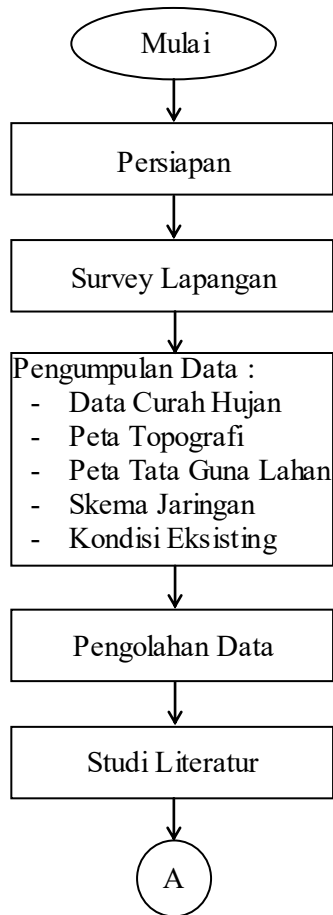
3.4 Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk mendapatkan dasar teori yang tepat. Studi literatur antara lain adalah buku atau referensi yang mendukung untuk penyusunan Tugas Akhir Terapan ini, diantaranya buku/referensi mengenai analisa hidrologi, analisa hidrolika, dan lain-lain.

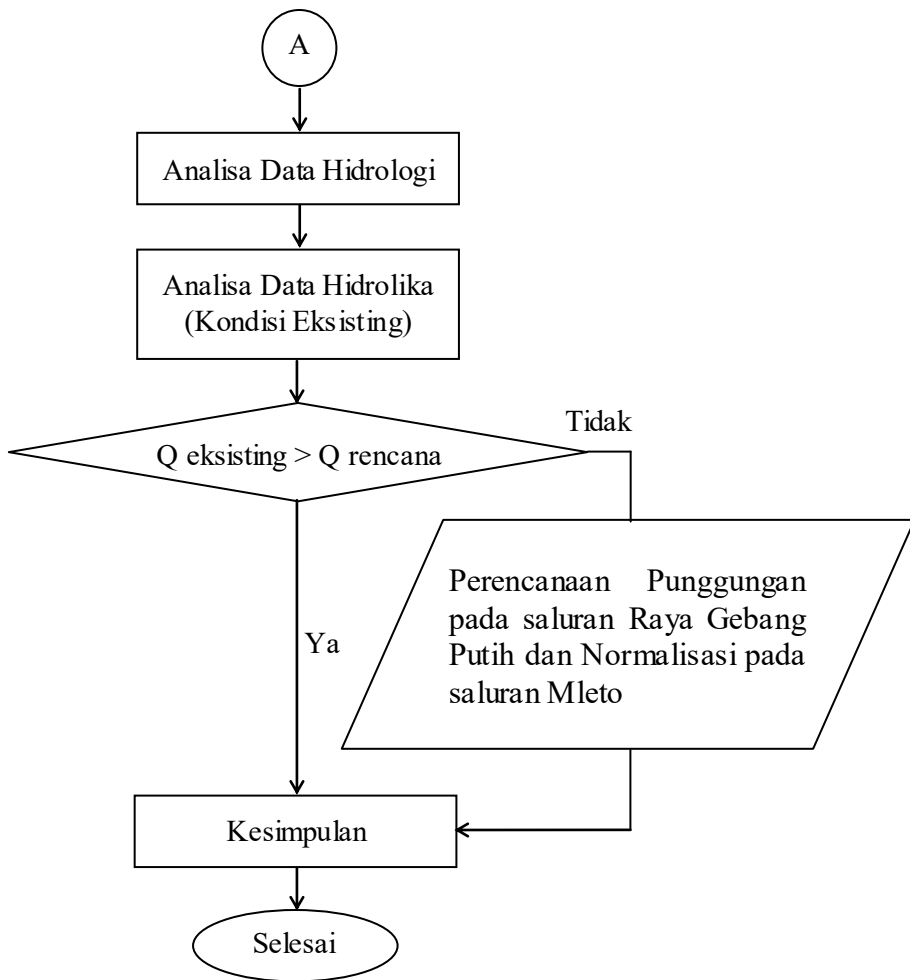
3.5 Pengolahan Data

Data-data yang terhimpun diklasifikasikan ke dalam suatu susunan berupa tabel, grafik, dan gambar. Data berupa angka dipindahkan ke dalam tabel kerja untuk memudahkan analisa. Analisa yang dilakukan dalam kajian ini meliputi analisa hidrologi dan analisa hidrolika.

3.6 Diagram Alir (Flow Chart)



Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Pengerjaan Tugas Akhir Terapan



Gambar 3.2 Diagram Alir Metode Pengerjaan Tugas Akhir Terapan (Lanjutan)

BAB IV

ANALISA DAN PERHITUNGAN

4.1 Analisa Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana pada umumnya direncanakan untuk pembuangan air secepatnya, agar tidak terjadi genangan air yang mengganggu. Oleh karena itu saluran-saluran drainase sebaiknya direncanakan sesuai dengan debit banjir rencana.

Pada perencanaan ini debit banjir rencana dihitung menggunakan metode Rasional, karena data yang digunakan berdasarkan data curah hujan.

4.1.1 Data Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan berupa data hujan harian maksimum setiap tahun. Penentuan stasiun hujan yang berpengaruh terhadap lokasi dilakukan penggambaran dengan menggunakan metode *Polygon Thiessen*, seperti terlihat pada Lampiran 4. Dari empat stasiun hujan yang terdekat dengan studi diketahui hanya satu stasiun hujan yang berpengaruh, yaitu Stasiun Hujan Keputih.

Data curah hujan selama 25 tahun (1989 – 2015) yang digunakan adalah data curah hujan dari stasiun hujan keputih. Untuk tahun 1998 dan 1999 tidak digunakan dikarenakan data hujan mengalami kerusakan sehingga sebagai pengganti diambil data hujan pada tahun 1989 dan 1990. Adapun data curah hujan harian maksimum dapat dilihat pada tabel 4.1 :

Tabel 4.1 Data Curah Hujan Stasiun Keputih

Tahun	Tanggal	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
1989	28-Feb	100
1990	26-Feb	70
1991	20-Jan	60
1992	20-Jan	105
1993	18-Jun	95
1994	19-Feb	85
1995	16-Nop	90
1996	16-Nop	90
1997	13-Feb	115
2000	22-Mar	88
2001	21-Des	103
2002	30-Jan	123
2003	30-Jan	102
2004	25-Des	58
2005	15-Des	110
2006	4-Jan	140
2007	17-Des	127
2008	25-Feb	90
2009	9-Jan	120
2010	3-Jan	90
2011	9-Nop	78
2012	30-Jan	85
2013	23-Apr	80
2014	19-Des	134
2015	12-Feb	84

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Untuk menghitung curah hujan harian maksimum rata-rata menggunakan metode rata-rata aljabar (*Aritmathic Mean*) karena hanya satu stasiun hujan yang berpengaruh pada *catchment area*.

4.1.2 Perhitungan Parameter Dasar Statistik

Sebelum dilakukan perhitungan uji kecocokan distribusi dari data yang tersedia, dilakukan uji parameter statistik terlebih dahulu terhadap data yang ada, sebab masing-masing distribusi (Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Gumbel, Distribusi Log Pearson III) memiliki persyaratan yang berbeda, sehingga setiap data hidrologi harus diuji kesesuaiannya dengan persyaratan parameter statistiknya. Pemilihan distribusi yang tidak tepat dapat menyebabkan kesalahan perkiraan yang mungkin cukup besar.

Adapun persyaratan parameter statistik dari masing-masing distribusi tersebut adalah sebagai berikut :

1. Distribusi Normal mempunyai harga $C_s \approx 0$ dan $C_k \approx 3$
2. Distribusi Log Normal mempunyai harga
 $C_s = C_v^3 + 3C_v$ dan
 $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
3. Distribusi Gumbel mempunyai harga $C_s = 1,139$ dan $C_k = 5,402$
4. Distribusi Log Pearson III mempunyai nilai C_s dan C_k selain parameter statistik untuk distribusi yang lain (normal, log normal, dan gumbel)

Dimana setiap parameter statistik tersebut dicari berdasarkan rumus :

- Nilai rata-rata (*Mean*) :

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{n}$$

- Deviasi standart (*Deviation Standart*) :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (R - \bar{R})^2}{n-1}}$$

- Koefisien Variasi (*Variation Coefficient*) :

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{R}}$$

- Koefisien Kemencengan (*Skewness Coefficient*) :

$$Cs = \frac{\sum(R-\bar{R})^3 n}{(n-1)(n-2)Sd^3}$$

- Koefisien Ketajaman (*Kurtosis Coefficient*) :

$$Ck = \frac{\sum(R-\bar{R})^4 n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4}$$

Data yang digunakan untuk menghitung parameter statistik adalah data curah hujan harian maksimum tahunan dari stasiun hujan keputih yang terdapat pada tabel 4.1. data curah hujan harian maksimum tersebut diurutkan dari yang terbesar sampai terkecil, kemudian dihitung rata-ratanya (\bar{R}).

Perhitungan parameter statistik dapat dilihat pada Tabel 4.2. :

Tabel 4.2 Perhitungan Parameter Statistik Data

No	Tahun	R	\bar{R}	$R - \bar{R}$	$(R - \bar{R})^2$	$(R - \bar{R})^3$	$(R - \bar{R})^4$
1	1989	140		43,12	1859,33	80174,50	3457124,41
2	1990	134		37,12	1377,89	51147,44	1898592,98
3	1991	127		30,12	907,21	27325,30	823037,97
4	1992	123		26,12	682,25	17820,48	465471,07
5	1993	120		23,12	534,53	12358,44	285727,02
6	1994	115		18,12	328,33	5949,42	107803,48
7	1995	110		13,12	172,13	2258,40	29630,25
8	1996	105		8,12	65,93	535,39	4347,35
9	1997	103		6,12	37,45	229,22	1402,83
10	2000	102		5,12	26,21	134,22	687,19
11	2001	100		3,12	9,73	30,37	94,76
12	2002	95		-1,88	3,53	-6,64	12,49
13	2003	90	96,88	-6,88	47,33	-325,66	2240,55
14	2004	90		-6,88	47,33	-325,66	2240,55
15	2005	90		-6,88	47,33	-325,66	2240,55
16	2006	90		-6,88	47,33	-325,66	2240,55
17	2007	88		-8,88	78,85	-700,23	6218,02
18	2008	85		-11,88	141,13	-1676,68	19918,92
19	2009	85		-11,88	141,13	-1676,68	19918,92
20	2010	84		-12,88	165,89	-2136,72	27520,95
21	2011	80		-16,88	284,93	-4809,69	81187,61
22	2012	78		-18,88	356,45	-6729,86	127059,74
23	2013	70		-26,88	722,53	-19421,72	522055,96
24	2014	60		-36,88	1360,13	-50161,76	1849965,59
25	2015	58		-38,88	1511,65	-58773,12	2285099,03
Total	2422			0,00	10956,64	50567,43	12021838,71

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Perhitungan parameter statistik untuk data tersebut di atas adalah sebagai berikut :

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{n} = \frac{2242}{25} = 96,88$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (R - \bar{R})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{10956,64}{24}} = 21,37$$

$$C_v = \frac{S_d}{\bar{R}} = \frac{21,37}{96,88} = 0,221$$

$$C_s = \frac{\sum(R-\bar{R})^3 n}{(n-1)(n-2)S_d^3} = \frac{50567,43 \times 25}{(25-1)(25-2)21,37^3} = 0,235$$

$$C_k = \frac{\sum(R-\bar{R})^4 n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S_d^4} = \frac{12021838,71 \times 25^2}{(25-1)(25-2)(25-3)21,37^4} = 2,969$$

Perhitungan sifat parameter statistik distribusi log Normal:

$$\begin{aligned} C_s &= C_v^3 + 3 C_v \\ &= 0,221^3 + 3 \times 0,221 \\ &= 0,674 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_k &= C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3 \\ &= 0,221^8 + 6 \times 0,221^6 + 15 \times 0,221^4 + 16 \times 0,221^2 + 3 \\ &= 3,814 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan awal parameter statistik dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Awal Parameter Statistik

No	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil		Keterangan
			Cs	Ck	
1	Normal	$C_s \approx 0$	0,235	-	Tidak memenuhi
2	Log Normal	$C_s = 3C_v + C_v^3$	0,674	-	Tidak memenuhi
3	Gumbel Tipe 1	$C_s = 1,1396$ $C_k = 5,4002$	0,235	2,969	Tidak Memenuhi
4	Log Pearson III	$C_s < 0$	-0,321	-	Memenuhi

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Sesuai dengan hasil perhitungan awal parameter statistik di atas maka metode distribusi yang sesuai adalah Metode Log Pearson III.

4.1.3 Uji Distribusi Frekuensi

Untuk menentukan kecocokan (*the goodness of the fit test*) distribusi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan/mewakili distribusi frekuensi diperlukan pengujian parameter. Pengujian parameter yang akan disajikan adalah :

- Chi-Kuadrat
- Smirnov-Kolmogorov

a. Uji Chi-Kuadrat Metode Distribusi Log Pearson III

Sebelum melakukan uji Chi-Kuadrat pada metode distribusi log Pearson III dilakukan perhitungan parameter metode distribusi log Pearson III terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai $\text{Log}\bar{R}$, $\text{SdLog}\bar{R}$, C_v , dan C_s .

Perhitungan parameter metode distribusi log Pearson III disajikan pada tabel 4.4 :

Tabel 4.4 Perhitungan Parameter Metode Distribusi Log Pearson III

No	Tahun	R	LogR	$(\text{LogR} - \overline{\text{LogR}})$	$(\text{LogR} - \overline{\text{LogR}})^2$	$(\text{LogR} - \overline{\text{LogR}})^3$
1	1989	140	2,146	0,170	0,029012	0,004941511
2	1990	134	2,127	0,151	0,022893	0,003463855
3	1991	127	2,104	0,128	0,016385	0,002097344
4	1992	123	2,090	0,114	0,013020	0,001485653
5	1993	120	2,079	0,103	0,010688	0,001104912
6	1994	115	2,061	0,085	0,007208	0,000611917
7	1995	110	2,041	0,066	0,004302	0,000282208
8	1996	105	2,021	0,045	0,002060	0,000093512
9	1997	103	2,013	0,037	0,001372	0,000050807
10	2000	102	2,009	0,033	0,001076	0,000035289
11	2001	100	2,000	0,024	0,000586	0,000014173
12	2002	95	1,978	0,002	0,000004	0,000000007
13	2003	90	1,954	-0,022	0,000465	-0,000010018
14	2004	90	1,954	-0,022	0,000465	-0,000010018
15	2005	90	1,954	-0,022	0,000465	-0,000010018

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 4.5 Perhitungan Parameter Metode Distribusi Log Pearson III (Lanjutan)

No	Tahun	R	LogR	(LogR - $\overline{\text{LogR}}$)	(LogR - $\overline{\text{LogR}}$) ²	(LogR - $\overline{\text{LogR}}$) ³
16	2006	90	1,954	-0,022	0,000465	-0,000010018
17	2007	88	1,944	-0,031	0,000981	-0,000030715
18	2008	85	1,929	-0,046	0,002151	-0,000099774
19	2009	85	1,929	-0,046	0,002151	-0,000099774
20	2010	84	1,924	-0,052	0,002654	-0,000136754
21	2011	80	1,903	-0,073	0,005287	-0,000384396
22	2012	78	1,892	-0,084	0,007007	-0,000586486
23	2013	70	1,845	-0,131	0,017083	-0,002232773
24	2014	60	1,778	-0,198	0,039065	-0,007721133
25	2015	58	1,763	-0,212	0,045102	-0,009578350
Jumlah		2422	49,395	0,000	0,231944	-0,006729039

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Perhitungan parameter statistik data di atas adalah :

$$\overline{\text{LogR}} = \frac{\sum \text{LogR}}{n} = \frac{49,395}{25} = 1,98$$

$$\text{SdLogR} = \sqrt{\frac{\sum (\text{LogR} - \overline{\text{LogR}})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,231944}{24}} = 0,10$$

$$\text{Cv} = \frac{\text{SdLogR}}{\overline{\text{LogR}}} = \frac{0,10}{1,98} = 0,050$$

$$\text{Cs} = \frac{\sum (\text{LogR} - \overline{\text{LogR}})^3 \cdot n}{(n-1)(n-2)(\text{SdLogR})^3} = \frac{(-0,006729039) \cdot 25}{(25-1)(25-2)(-0,10)^3} = -0,321$$

Sebelum menentukan persamaan distribusi log Pearson III dapat digunakan, maka yang harus dilakukan adalah menghitung curah hujan dengan periode ulang tertentu dengan menggunakan persamaan :

$$\text{LogR} = \overline{\text{LogR}} + K \cdot \text{SdLogR}$$

Faktor frekuensi untuk distribusi log Pearson III (K) didapat dari tabel 2.5. (Nilai K Distribusi log Pearson III), yang digunakan berdasar koefisien kemencengan (Cs) terhadap

peluang interval pada masing-masing group. Apabila nilai K tidak ditemukan pada tabel faktor frekuensi untuk distribusi log Pearson III, maka nilai K dapat dihitung dengan cara interpolasi.

Perhitungan curah hujan periode ulang t untuk distribusi log Pearson III berdasar perhitungan pada tabel 4.4. diperoleh harga :

$$\overline{\text{LogR}} = 1,98$$

$$\text{Sd}\overline{\text{LogR}} = 0,10$$

$$\text{Cs} = -0,32$$

Persamaan distribusi :

$$\text{LogR} = \overline{\text{LogR}} + K \cdot \text{Sd}\overline{\text{LogR}}$$

$$\text{LogR} = 1,98 + K \cdot 0,10$$

- Untuk P = 0,80
 - K = -0,84
 - LogR = $1,98 + (-0,84) \cdot 0,10 = 1,896$
 - R = 78,70
- Untuk P = 0,60
 - K = -0,25
 - LogR = $1,98 + (-0,25) \cdot 0,10 = 1,955$
 - R = 90,16
- Untuk P = 0,40
 - K = 0,25
 - LogR = $1,98 + (0,25) \cdot 0,10 = 2,005$
 - R = 101,16
- Untuk P = 0,20
 - K = 0,84
 - LogR = $1,98 + (0,84) \cdot 0,10 = 2,064$
 - R = 115,88

Dari perhitungan di atas nilai K, LogR dan R untuk distribusi log Pearson III disajikan pada tabel 4.6 :

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Nilai K, Log R, dan R Distribusi Log Pearson III

Probabilitas	Periode Ulang	$\overline{\text{LogR}}$	$\text{Sd}\overline{\text{LogR}}$	K	LogR
0,20	1,25	1,98	0,10	0,84	2,064
0,40	1,666667	1,98	0,10	0,25	2,005
0,60	2,5	1,98	0,10	-0,25	1,955
0,80	5	1,98	0,10	-0,84	1,896

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Setelah R didapat, maka nilai R diposisikan sesuai dengan interval sub kelompok kemudian dilakukan pendataan Oi dan Ei. Hasil uji Chi-Kuadrat pada distribusi log Pearson III dapat dilihat pada tabel 4.7 :

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Uji Chi-Kuadrat pada Distribusi Log Pearson III

No	Interval Sub kelompok	Jumlah data		Oi - Ei	$(\text{Oi} - \text{Ei})^2/\text{Ei}$
		Oi	Ei		
1	$R \geq 115,88$	5	5	0	0,000
2	115,88 – 101,16	5	5	0	0,000
3	101,16- 90,16	2	5	-3	1,800
4	90,16 – 78,70	9	5	4	3,200
5	$R \leq 78,70$	4	5	-1	0,200
Jumlah		25	25		5,200

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Derajat Kebebasan (DK) : 2
 Chi-Kuadrat : 5,200
 Derajat Signifikan Alpha : 5%
 Tingkat Kepercayaan : 95%
 Chi Kritis : 5,991 (Lihat tabel 2.7 Nilai Chi-Kuadrat)

Dari hasil perhitungan Chi-Kuadrat di atas, diperoleh nilai 5,200 dengan derajat kebebasan (DK) = 2 diperoleh nilai Chi-Kritis sebesar 5,991, dengan kata lain $5,200 < 5,991$, sehingga perhitungan dapat diterima.

b. Uji Smirnov-Kolmogorov Metode Distribusi Log Pearson III

Uji Smirnov-Kolmogorov dilakukan dengan maksud untuk menyaring metode distribusi yang lolos dari uji kesesuaian distribusi frekuensi dengan metode Chi-Kuadrat. Prosedur perhitungan uji Smirnov-Kolmogorov dapat dilihat di tinjauan pustaka.

$$\overline{\text{LogR}} = 1,98$$

$$\text{SdLogR} = 0,10$$

$$P(X) = \frac{m}{n+1} = \frac{1}{25+1} = 0,04$$

$$P(X<) = 1-P(X) = 1-0,04 = 0,96$$

$$F(t) = \frac{\text{LogR} - \overline{\text{LogR}}}{\text{Sd LogR}} = \frac{2,146 - 1,98}{0,10} = 1,66$$

Berdasar Lampiran 1 . Tabel Wilayah Luas di bawah Kurva Normal dengan nilai $F(t) = 1,66$, maka diperoleh $P'(X<) = 0,96$

$$P'(X<) = 1-P(X<) = 1-0,04 = 0,96$$

$$D = P'(X<) - P(X<) = 0,955 - 0,962 = -0,01$$

Perhitungan uji Smirnov-Kolmogorov distribusi Log Pearson III disajikan pada tabel 4.8 :

Tabel 4.8 Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov Metode Distribusi Log Pearson III

No	Tahun	R	LogR	P (X)	P (X<)	F(t)	P' (X<)	P' (X)	D
1	1989	140	2,146	0,04	0,96	1,66	0,96	0,04	-0,01
2	1990	134	2,127	0,08	0,92	1,47	0,93	0,07	0,01
3	1991	127	2,104	0,12	0,88	1,24	0,90	0,10	0,01
4	1992	123	2,090	0,15	0,85	1,10	0,89	0,11	0,04
5	1993	120	2,079	0,19	0,81	0,99	0,84	0,16	0,04
6	1994	115	2,061	0,23	0,77	0,81	0,79	0,21	0,02
7	1995	110	2,041	0,27	0,73	0,61	0,74	0,26	0,00
8	1996	105	2,021	0,31	0,69	0,41	0,66	0,34	-0,03
9	1997	103	2,013	0,35	0,65	0,33	0,63	0,37	-0,02
10	2000	102	2,009	0,38	0,62	0,29	0,61	0,39	0,00
11	2001	100	2,000	0,42	0,58	0,20	0,58	0,42	0,00
12	2002	95	1,978	0,46	0,54	-0,02	0,49	0,51	-0,05
13	2003	90	1,954	0,50	0,50	-0,26	0,40	0,60	-0,10
14	2004	90	1,954	0,54	0,46	-0,26	0,40	0,60	-0,06
15	2005	90	1,954	0,58	0,42	-0,26	0,40	0,60	-0,03
16	2006	90	1,954	0,62	0,38	-0,26	0,40	0,60	0,01
17	2007	88	1,944	0,65	0,35	-0,36	0,36	0,64	0,01
18	2008	85	1,929	0,69	0,31	-0,51	0,30	0,70	-0,01
19	2009	85	1,929	0,73	0,27	-0,51	0,30	0,70	0,03
20	2010	84	1,924	0,77	0,23	-0,56	0,28	0,72	0,05
21	2011	80	1,903	0,81	0,19	-0,77	0,22	0,78	0,03
22	2012	78	1,892	0,85	0,15	-0,88	0,18	0,82	0,03
23	2013	70	1,845	0,88	0,12	-1,35	0,08	0,92	-0,03
24	2014	60	1,778	0,92	0,08	-2,02	0,02	0,98	-0,06
25	2015	58	1,763	0,96	0,04	-2,17	0,01	0,99	-0,02
D max									0,05

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari perhitungan di atas dapat didapatkan D maksimum = 0,05. Data pada peringkat (m) ke – 20, sedangkan harga D_0 adalah :

$$D_0 = \frac{1,36}{\sqrt{N}} = \frac{1,36}{\sqrt{25}} = 0,27$$

Karena $D \text{ max} < D_0 \rightarrow 0,05 < 0,27$, maka uji Distribusi Log Pearson III dapat digunakan.

4.1.4 Perhitungan Curah Hujan Rencana

Hujan rencana adalah curah hujan terbesar tahunan dengan peluang tertentu yang mungkin terjadi di suatu daerah. Dari hasil uji distribusi dan uji kecocokan yang dilakukan maka perhitungan curah hujan rencana menggunakan Metode Distribusi Log Perason III. Perhitungan curah hujan rencana dilakukan ada periode ulang 2,5, dan 10 tahun. Berdasarkan perhitungan Metode Distribusi Log Perason III diperoleh nilai :

$$\overline{\text{LogR}} = 1,98$$

$$\text{SdLogR} = 0,10$$

$$C_s = -0,32$$

- Untuk $T = 2$ tahun

$$C_s = -0,4 \quad K = 0,066$$

$$C_s = -0,3 \quad K = 0,050$$

$$C_s = -0,321 \quad K = 0,053$$

$$\begin{aligned} \text{Log } R_2 &= \overline{\text{LogR}} + (K \cdot \text{Sd}) \\ &= 1,98 + (0,053 \cdot 0,10) \\ &= 1,985 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{t_2} &= 10^{\overline{\text{LogR}}} \\ &= 10^{1,985} \\ &= 96,67 \end{aligned}$$

- Untuk $T = 5$ Tahun

$$C_s = -0,4 \quad K = 0,855$$

$$C_s = -0,3 \quad K = 0,853$$

$$C_s = -0,321 \quad K = 0,853$$

$$\begin{aligned} \text{Log } R_5 &= \overline{\text{LogR}} + (K \cdot \text{Sd}) \\ &= 1,98 + (0,853 \cdot 0,10) \\ &= 2,065 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_{t_5} &= 10^{\overline{\text{LogR}}} \\
 &= 10^{2,065} \\
 &= 116,23
 \end{aligned}$$

- Untuk T = 10 Tahun

$$C_s = -0,4 \quad K = 1,231$$

$$C_s = -0,3 \quad K = 1,245$$

$$C_s = -0,321 \quad K = 1,242$$

$$\begin{aligned}
 \text{Log } R_5 &= \overline{\text{LogR}} + (K \cdot S_d) \\
 &= 1,98 + (1,242 \cdot 0,10) \\
 &= 2,104
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_{t_5} &= 10^{\overline{\text{LogR}}} \\
 &= 10^{2,104} \\
 &= 127,12
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas dapat dilihat pada tabel 4.9 :

Tabel 4.9 Perhitungan Curah Hujan Rencana

Periode Ulang	Curah Hujan Rata-rata	Standart Deviasi	Faktor Distribusi	Hujan Harian Maksimum	Hujan Harian Maksimum
(T)	($\overline{\text{LogR}}$)	($S_d \overline{\text{LogR}}$)	(K)	(LogR)	(R_t)
2	1,98	0,10	0,053	1,985	96,67
5	1,98	0,10	0,853	2,065	116,23
10	1,98	0,10	1,242	2,104	127,12

(Sumber : Hasil Perhitungan)

4.1.5 Analisa Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi DAS adalah waktu yang diperlukan oleh butiran air untuk bergerak dari titik jatuh pada daerah pengaliran ke titik tinjauan. Waktu konsentrasi dapat dihitung dengan rumus :

$$t_c = t_0 + t_f$$

Dengan :

t_c = Waktu konsentrasi (jam)

t_f = Waktu yang diperlukan air untuk mengalir di sepanjang *channel flowing* (jam)

t_0 = Waktu yang diperlukan air hujan untuk mengalir di permukaan hingga mencapai outlet (jam)

Skema jaringan untuk mencari waktu konsentrasi sebelum perencanaan dapat dilihat pada gambar 2.7. Contoh perhitungan waktu konsentrasi pada saluran sekunder Mleto a ke Raya Gebang Putih Kanan adalah sebagai berikut :



Gambar 4.1 Skema jaringan untuk mencari waktu konsentrasi sebelum perencanaan

Perhitungan T_c saluran tersier :

$$T_{c2} = T_c \text{ saluran Mleto a ke saluran Raya Gebang Putih Kanan} + T_f \text{ saluran Raya Gebang Putih Kanan.}$$

$$T_{c3} = T_c \text{ saluran Mleto a ke saluran raya Gebang Putih Kiri} + T_f \text{ saluran Raya Gebang Putih Kiri Besar.}$$

Perhitungan T_c saluran sekunder :

$$T_{c1} = T_c \text{ saluran Mleto a} + T_f \text{ saluran Mleto b.}$$

$$T_{c4} = \text{Nilai terbesar antara } T_c \text{ saluran Klampis LLAJR, saluran Raya Gebang Putih Kanan, saluran Raya Gebang Putih Kiri Kecil, saluran Gebang Putih 1, saluran Gebang Putih 2, dan saluran Gebang Putih 3} + T_f \text{ saluran ITS Tengah.}$$

4.1.5.1. Perhitungan T_0

Perhitungan T_0 menggunakan rumus Kirpich, berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan T_0 pada saluran sekunder Mleto a ke Saluran Raya Gebang Putih Kanan. Perhitungan T_0 saluran tersier dapat dilihat ada tabel 4.10 dan perhitungan T_0 saluran sekunder dapat dilihat pada tabel 4.11.

$$T_0 = 0,0195 \left(\frac{L_0}{\sqrt{I_0}} \right)^{0,77} = 0,0195 \left(\frac{202,1}{\sqrt{0,0006}} \right)^{0,77} = 0,348 \text{ jam}$$

Dengan :

L_0 = Jarak titik terjauh laha terhadap sistem saluran yang ditinjau

I_0 = Kemiringan rata-rata permukaan tanah ke saluran yang ditinjau

Tabel 4.10 Perhitungan T_0 Tersier

No	Nama Saluran	$\frac{L_0}{(m)}$	I_0	$\frac{T_0}{(jam)}$
1	Sal. Klampis LLAJR	140,1	0,0006	0,263
2	Sal. Gebang Putih 1	54,3	0,0006	0,127
3	Sal. Gebang Putih 2	201,8	0,0006	0,348
4	Sal. Gebang Putih 3	30,9	0,0006	0,082
5	Sal. Raya Gebang Putih Kiri Kecil	5,00	0,0006	0,020

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 4.11 Perhitungan T_0 Sekunder

No	Nama Saluran	$\frac{L_0}{(m)}$	I_0	$\frac{T_0}{(jam)}$
1	Sal. Mleto a ke Sal. Raya Gebang Putih Kanan	202,1	0,0006	0,348

(Sumber : Hasil Perhitungan)

4.1.5.2. Perhitungan T_f

Perhitungan T_f menggunakan rumus Dr. Rizha, berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan T_f pada saluran sekunder Mleto a ke Saluran Raya Gebang Putih Kanan. Perhitungan T_f saluran tersier dapat dilihat pada tabel 4.12 dan perhitungan T_f pada saluran sekunder dapat dilihat pada tabel 4.13.

$$T_f = \frac{L}{v}$$

Dengan :

L = Panjang saluran (m)

$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} = 0,992 \text{ m/det}$

(Data perhitungan kecepatan dapat dilihat pada tabel 4.19)

$T_f = \frac{1037,2 \text{ m}}{0,992 \text{ m/det}}$
 $= 0,291 \text{ jam}$

Tabel 4.12 Perhitungan T_f Tersier

No	Nama Saluran	L	V	T_f
		(m)	(m/det)	(jam)
1	Sal. Klampis LLAJR	374,53	0,675	0,154
2	Sal. Gebang Putih 1	356,68	0,677	0,146
3	Sal. Gebang Putih 2	477,03	0,758	0,175
4	Sal. Gebang Putih 3	699,48	0,748	0,260
5	Sal. Raya Gebang Putih Kanan	567,00	0,645	0,240
6	Sal. Raya Gebang Putih Kiri Besar	160,28	0,601	0,074
7	Sal. Raya Gebang Putih Kiri Kecil	407,72	0,274	0,413

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 4.13 Perhitungan T_f Sekunder

No	Nama Saluran	L	V	T_f
		(m)	(m/det)	(jam)
1	Sal. Mleto a ke Sal. Raya Gebang Putih Kanan	1037,2	0,992	0,291
2	Sal. Mleto b	545,0	0,996	0,152
3	Sal. ITS Tengah	524,3	1,883	0,077
4	Sal. Mleto a ke Sal. Raya Gebang Putih Kiri	4,00	0,992	0,001

(Sumber : Hasil Perhitungan)

4.1.5.3. Perhitungan T_c

Contoh perhitungan eaktu konsentrasi (T_c) pada saluran sekunder Mleto a ke Saluran Raya Gebang Putih Kanan. Perhitungan T_c saluran tersier dapat dilihat pada tabel 4.14 dan perhitungan T_c pada saluran sekunder dapat dilihat pada tabel 4.15.

$$\begin{aligned} T_c &= T_0 + T_f \\ &= 0,348 \text{ jam} + 0,291 \text{ jam} \\ &= 0,639 \text{ jam} \end{aligned}$$

Tabel 4.14 Perhitungan T_c Tersier

No	Nama Saluran	T_0 (jam)	T_f (jam)	T_c (jam)
1	Sal. Klamlpis LLAJR	0,263	0,154	0,417
2	Sal. Gebang Putih 1	0,127	0,146	0,273
3	Sal. Gebang Putih 2	0,348	0,175	0,523
4	Sal. Gebang Putih 3	0,082	0,260	0,342
5	Sal. Raya Gebang Putih Kanan	0,639	0,240	0,879
6	Sal. Raya Gebang Putih Kiri Besar	0,640	0,074	0,714
7	Sal. Raya Gebang Putih Kiri Kecil	0,020	0,413	0,434

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 4.15 Perhitungan T_c Sekunder

No	Nama Saluran	T_0 (jam)	T_f (jam)	T_c (jam)
1	Sal. Mleto a ke Sal. Raya Gebang Putih Kanan	0,348	0,291	0,639
2	Sal. Mleto b	0,639	0,152	0,791
3	Sal. ITS Tengah	0,879	0,077	0,956
4	Sal. Mleto a ke Sal. Raya Gebang Putih Kiri	0,639	0,001	0,640

(Sumber : Hasil Perhitungan)

4.1.6 Perhitungan Intensitas Curah Hujan (I)

Dari peta jaringan dapat diketahui data dari setiap saluran. Dari hasil perhitungan curah hujan rencana dapat diketahui besarnya intensitas curah hujan periode ulang 2, 5, dan 10 tahun dengan menggunakan rumus Mononobe, yaitu :

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{T_c} \right]^{2/3}$$

Dengan :

I_t = Intensitas hujan dalam 1 jam (mm/jam)

R_{24} = Curah hujan efektif dalam 1 jam

T_c = Waktu konsentrasi

Contoh perhitungan intensitas curah hujan periode ulang 2 tahun di saluran sekunder Mleto a ke Saluran Raya Gebang Putih Kanan. Perhitungan intensitas curah hujan lainnya dapat dilihat pada tabel 4.16.

$$\begin{aligned} I_t &= \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{T_c} \right]^{2/3} \\ &= \frac{96,67 \text{ mm}}{24} \left[\frac{24}{10,639 \text{ jam}} \right]^{2/3} \\ &= 45,175 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Tabel 4.16 Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Nama Saluran	Jenis Saluran	L	A	L ₀	I ₀	R2	R5	R10	V	T ₀	T _f	T _c	I (mm/jam)		
		(m)	(m ²)	(m)		(mm)	(mm)	(mm)	(m/det)	(jam)	(jam)	(jam)	2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun
Sal. Mleto a ke Sal. Raya Gebang Putih Kanan	Sekunder	1037,20	7,34	202,1	0,0006				0,992	0,348	0,291	0,639	45,175	54,315	59,404
Sal. Mleto b	Sekunder	545,00	1,62	217,5	0,0006				0,996	0,639	0,152	0,791	39,184	47,112	51,526
Sal. Raya Gebang Putih Kanan	Tersier	557,40	1,62	366,4	0,0006				0,645	0,639	0,240	0,879	36,521	43,911	48,025
Sal. Klampis LLAJR	Tersier	374,53	2,98	140,1	0,0006				0,675	0,263	0,154	0,417	60,045	72,195	78,959
Sal. Gebang Putih 1	Tersier	356,68	1,76	54,3	0,0006				0,677	0,127	0,146	0,273	79,664	95,783	104,757
Sal. Gebang Putih 2	Tersier	477,03	2,42	201,8	0,0006	96,67	116,23	127,12	0,758	0,348	0,175	0,523	51,649	62,099	67,917
Sal. Gebang Putih 3	Tersier	699,48	2,86	30,9	0,0006				0,748	0,082	0,260	0,342	68,571	82,446	90,170
Sal. ITS Tengah	Sekunder	524,30	2,98	218,1	0,0006				1,883	0,879	0,077	0,943	34,525	41,511	45,400
Sal. Mleto a ke Sal. Raya Gebang Putih Kiri	Sekunder	4,00	7,34	202,08	0,0006				0,992	0,639	0,001	0,640	45,122	54,252	59,335
Sal. Raya Gebang Putih Kiri Besar	Tersier	160,28	1,22	5,00	0,0006				0,601	0,640	0,074	0,714	41,946	50,434	55,159
Sal. Raya Gebang Putih Kiri Kecil	Tersier	407,72	0,12	5,00	0,0006				0,274	0,020	0,413	0,434	58,504	70,341	76,932

(Sumber : Hasil Perhitungan)

4.1.7 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Dengan menggunakan metode Rasional perhitungan debit banjir rencana seperti persamaan 2.32, dari data yang telah diperoleh diatas maka dapat dihitung debit banjir rencananya.

Sebagai contoh perhitungan debit banjir rencana metode Rasional sebagai berikut :

Perhitungan debit banjir rencana

Saluran Mleto a ke Saluran Raya Gebang Putih Kanan

Diketahui :

$\beta = 1$, berdasarkan Tabel 2.11 Koefisien Penyebaran Hujan (β),
dengan luas DAS 0-4 Km² maka $\beta = 1$

$$C_{gab} = 0,687$$

$$I_2 = 45,175 \text{ mm/jam}$$

$$I_5 = 54,315 \text{ mm/jam}$$

$$I_{10} = 59,404 \text{ mm/jam}$$

$$A = 0,488 \text{ Km}^2$$

Debit banjir rencana

$$Q = \frac{1}{3,6} \cdot \beta \cdot C_{gab} \cdot I_t \cdot A$$

$$Q_5 = \frac{1}{3,6} \cdot 1 \cdot 0,687 \cdot 54,315 \cdot 0,488$$

$$Q_5 = 5,065 \text{ m}^3/\text{det}$$

Untuk perhitungan berikutnya bisa dilihat pada tabel 4.17 dan 4.18 :

Tabel 4.17 Perhitungan Debit Banjir Rencana Saluran Tersier 2 Tahun

Nama Saluran	Jenis Saluran	I (mm/jam)			C_{gab}	A	Qrencana
		2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun		(Km ²)	(m ³ /det)
Sal. Raya Gebang Putih Kanan	Tersier	36,521	43,911	48,052	0,687	0,188	1,311
Sal. Klampis LLAJR	Tersier	60,045	72,195	78,959	0,687	0,155	1,779
Sal. Gebang Putih 1	Tersier	79,664	95,783	104,757	0,687	0,024	0,372
Sal. Gebang Putih 2	Tersier	51,649	62,099	67,917	0,687	0,079	0,775
Sal. Gebang Putih 3	Tersier	68,571	82,446	90,170	0,687	0,110	1,446
Sal. Raya Gebang Putih Kiri Besar	Tersier	41,946	50,434	55,159	0,687	0,001	0,008
Sal. Raya Gebang Putih Kiri Kecil	Tersier	58,504	70,341	76,932	0,687	0,004	0,045

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 4.18 Perhitungan Debit Banjir Rencana Saluran Sekunder 5 Tahun

Nama Saluran	Jenis Saluran	I (mm/jam)			C_{gab}	A	Qrencana
		2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun		(Km ²)	(m ³ /det)
Sal. Mleto a ke Saluran Raya Gebang Putih Kanan	Sekunder	45,175	54,315	59,404	0,687	0,488	5,065
Sal. Mleto b	Sekunder	39,184	47,112	51,526	0,687	0,173	1,560
Sal. ITS Tengah	Sekunder	34,525	41,511	45,400	0,687	0,139	1,099
Sal. Mleto a ke Saluran Raya Gebang Putih Kiri	Sekunder	45,122	54,252	59,335	0,687	0,004	0,041

(Sumber : Hasil Perhitungan)

4.2 Analisa Kapasitas Tampung Saluran (Full Bank Capacity)

Analisa kapasitas tampung saluran (full bank capacity) merupakan analisa hidrolika dengan maksud untuk melakukan evaluasi kapasitas tampung saluran dengan debit banjir rencana periode ulang 2 tahun untuk saluran tersier, 5 tahun untuk saluran sekunder, dan 10 tahun untuk saluran primer.

Full Bank Capacity adalah besarnya debit tampungan pada saluran sesuai dengan keadaan di lapangan. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan penampang saluran untuk menampung limpasan air hujan.

Rumus kecepatan rata-rata pada perhitungan dimensi penampang saluran menggunakan rumus Manning, karena rumus ini mempunyai bentuk yang sangat sederhana tetapi memberikan hasil yang memuaskan. Oleh karena itu rumus ini dapat digunakan secara luas sebagai rumus aliran seragam dalam kapasitas saluran.

Berdasarkan data kondisi eksisting diketahui bahwa saluran berpenampang segi empat sehingga kapasitas saluran dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini :

$$Q = A \cdot V$$

$$A = b \cdot h$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$$

$$P = b + 2h$$

$$R = A/P$$

Dimana :

Q = Debit saluran (m³/det)

V = Kecepatan aliran (m/det)

A = Luas penampang basah (m)

n = Koefisien kekasaran manning

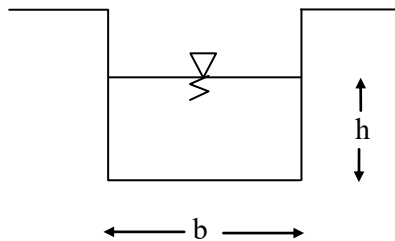
R = Jari-jari hidrolis (m)

I = Kemiringan dasar saluran (m)

P = Keliling basah saluran (m)

h = Kedalaman saluran (m)

b = Lebar saluran (m)



Gambar 4.2 Dimensi Saluran Segi Empat

4.2.1 Perhitungan Full Bank Capacity Di Saluran Tersier

Saluran Raya Gebang Putih Kanan

Data Saluran :

- Panjang saluran (L) = 557,40 m
- Kemiringan dasar saluran (I) = 0,000
- Lebar saluran (b) = 1,33 m
- Kedalaman saluran (h) = 1,22 m
- Koef. Kekasaran Manning = 0,03

- Luas penampang basah :

$$\begin{aligned} A &= b \cdot h \\ &= 1,33 \text{ m} \cdot 1,22 \text{ m} \\ &= 1,623 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- Keliling basah :

$$\begin{aligned} P &= b + 2h \\ &= 1,33 \text{ m} + 2(1,22 \text{ m}) \\ &= 3,77 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jari-jari hidrolis

$$\begin{aligned} R &= A/P \\ &= 1,623 \text{ m} / 3,77 \text{ m} \\ &= 0,430 \text{ m} \end{aligned}$$

- Kecepatan aliran :

$$\begin{aligned} V &= 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \\ &= 1/0,03 \cdot 0,430^{2/3} \cdot 0,0008^{1/2} \\ &= 0,570 \text{ m/det} \end{aligned}$$

- Debit saluran :

$$\begin{aligned} Q &= V \cdot A \\ &= 0,570 \cdot 1,623 \\ &= 1,046 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

4.2.2 Perhitungan Full Bank Capacity di Saluran Sekunder

Saluran Mleto a ke Saluran Raya Gebang Putih kanan

Data Saluran :

- Panjang saluran (L) = 1037,2 m
- Kemiringan dasar saluran (I) = 0,0002
- Lebar saluran (b) = 3,97 m
- Kedalaman saluran (h) = 1,85 m
- Koef. Kekasaran Manning = 0,01

- Luas penampang basah :

$$A = b \cdot h$$

$$= 3,97 \text{ m} \cdot 1,85 \text{ m}$$

$$= 7,345 \text{ m}^2$$
- Keliling basah :

$$P = b + 2h$$

$$= 3,97 \text{ m} + 2(1,85 \text{ m})$$

$$= 7,67 \text{ m}$$
- Jari-jari hidrolis

$$R = A/P$$

$$= 7,345 \text{ m} / 7,67 \text{ m}$$

$$= 0,958 \text{ m}$$
- Kecepatan aliran :

$$V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$= 1/0,01 \cdot 0,958^{2/3} \cdot 0,0002^{1/2}$$

$$= 0,992 \text{ m/det}$$
- Debit saluran :

$$Q = V \cdot A$$

$$= 0,992 \cdot 7,345$$

$$= 7,282 \text{ m}^3/\text{det}$$

Perhitungan Full Bank Capacity selengkapnya di bawah

ini :

Tabel 4.19 Perhitungan Full Bank Capacity

Nama Saluran	$\frac{L}{(m)}$	I	n	Jenis Saluran	$\frac{b}{(m)}$	$\frac{h}{(m)}$	$\frac{A}{(m^2)}$	$\frac{P}{(m)}$	$\frac{R}{(m)}$	$\frac{R^{2/3}}{(m)}$	$\frac{V}{(m/det)}$	$\frac{Q_{tampung}}{(m^3/det)}$	$\frac{Q_{rencana}}{(m^3/det)}$	Kondisi
Sal. Mleto a ke Sal. Raya Gebang Putih Kanan	1037,20	0,0002	0,01	Persegi	3,97	1,85	7,345	7,67	0,958	0,972	0,992	7,282	5,065	Aman
Sal. Mleto b	545,00	0,0020	0,03	Persegi	1,20	1,35	1,620	3,90	0,415	0,557	0,996	1,613	1,560	Aman
Sal. Raya Gebang Putih Kanan	557,40	0,0008	0,03	Persegi	1,33	1,22	1,623	3,77	0,430	0,570	0,645	1,046	1,311	Meluber
Sal. Klampis LLAJR	374,53	0,0009	0,03	Persegi	2,35	1,27	2,985	4,89	0,610	0,720	0,675	2,013	1,779	Aman
Sal. Gebang Putih 1	356,68	0,0008	0,03	Persegi	1,60	1,10	1,760	3,80	0,463	0,599	0,677	1,192	0,372	Aman
Sal. Gebang Putih 2	477,03	0,0008	0,03	Persegi	2,10	1,15	2,415	4,40	0,549	0,670	0,758	1,832	0,775	Aman
Sal. Gebang Putih 3	699,48	0,0007	0,03	Persegi	2,15	1,33	2,860	4,81	0,594	0,707	0,748	2,140	1,446	Aman
Sal. ITS Tengah	524,30	0,0010	0,01	Persegi	2,81	1,06	2,979	4,93	0,604	0,715	1,883	5,610	1,109	Aman
Sal. Mleto a ke Sal. Raya Gebang Putih Kiri	4,00	0,0002	0,01	Persegi	3,97	1,85	7,345	7,67	0,958	0,972	0,992	7,282	0,041	Aman
Sal. Raya Gebang Putih Kiri Besar	160,28	0,0009	0,03	Persegi	1,00	1,22	1,220	3,44	0,355	0,501	0,601	0,734	0,008	Aman
Sal. Raya Gebang Putih Kiri Kecil	407,72	0,0009	0,03	Persegi	0,30	0,40	0,120	1,10	0,109	0,228	0,274	0,033	0,045	Meluber

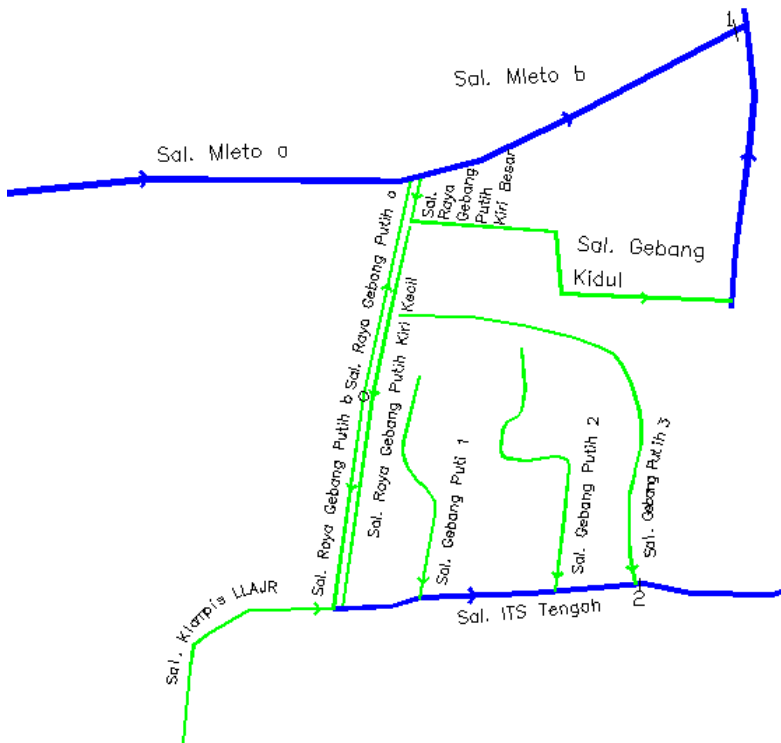
(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari tabel perbandingan debit tampungan dengan debit rencana di atas, terdapat dua saluran tidak mampu menampung debit rencana. Dengan demikian perlu dilakukan perencanaan tanggungan dan normalisasi agar tidak terjadi genangan banjir.

4.2.3 Penentuan Solusi

Solusi yang dipakai untuk mengatasi banjir di daerah Gebang Putih digunakan normalisasi pada saluran Mleto dan tanggungan pada saluran Raya Gebang Putih Kanan.

Normalisasi pada saluran Mleto diterapkan karena saluran Mleto menerima debit tambahan dari saluran Raya Gebang Putih Kanan setelah arah alirannya dibalik, sedangkan tanggungan (membalik arah aliran) diterapkan karena saluran Raya Gebang Putih Kanan tidak mampu menampung limpasan air hujan dari perumahan Manyar Kerta Adi. Saluran Raya Gebang Putih Kanan selain tanggungan juga dipasang pintu air di atas tanggungan untuk membantu kinerja tanggungan saat kondisi air penuh atau banjir, gambar detail pintu air dapat dilihat pada lampiran ?. Perhitungan perencanaan pengendalian banjir dapat dilihat pada tabel 4.20 sampai tabel 4.23. Berikut adalah skema jaringan untuk mencari waktu konsentrasi setelah perencanaan.



Gambar 4.3 Skema jaringan untuk mencari waktu konsentrasi pada perencanaan

Perhitungan T_c :

T_{c1} = Nilai terbesar antara T_c saluran Mleto a dan saluran Raya Gebang Putih a + T_f saluran Mleto b.

T_{c2} = Nilai terbesar antara T_c saluran Klampis LLAJR, saluran Raya Gebang Putih b, saluran Raya Gebang Putih Kiri Kecil, saluran Gebang Putih 1, saluran Gebang Putih 2, dan saluran Gebang Putih 3 + T_f saluran ITS Tengah.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

Tabel 4.20 Perhitungan Analisa Waktu Konsentrasi

Nama Saluran	L ₀	L	V	I ₀	T ₀	T _f	T _c
	(m)	(m)	(m/det)		(jam)	(jam)	(jam)
Sal. Raya Gebang Putih Kanan a	134,00	308,00	0,659	0,0006	0,254	0,130	0,384
Sal. Raya Gebang Putih Kanan b	200,05	249,00	0,659	0,0006	0,346	0,105	0,451
Sal. Mleto b	217,5	545,00	1,120	0,0006	0,384	0,135	0,519
Sal. Raya Gebang Putih Kiri Kecil	5,00	407,72	0,345	0,0006	0,020	0,329	0,349
Sal. ITS Tengah	218,1	524,30	1,883	0,0006	0,349	0,077	0,426
Sal. Mleto a ke Sal. Raya Gebang Putih Kanan	202,1	1041,20	0,992	0,0006	0,348	0,292	0,640

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 4.21 Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Nama Saluran	R2	R5	R10	V	T ₀	T _f	T _c	I (mm/jam)		
	(mm)	(mm)	(mm)	(m/det)	(Jam)	(Jam)	(Jam)	2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun
Sal. Raya Gebang Putih Kanan a				0,659	0,254	0,30	0,384	63,468	76,310	83,456
Sal. Raya Gebang Putih Kanan b				0,659	0,346	0,105	0,451	57,017	68,554	74,977
Sal. Mleto b				1,120	0,384	0,135	0,519	51,903	62,405	68,252
Sal. Raya Gebang Putih Kiri Kecil	96,67	116,23	127,12	0,345	0,020	0,329	0,349	67,622	81,304	88,922
Sal. ITS Tengah				1,883	0,349	0,077	0,426	59,173	71,146	77,812
Sal. Mleto a ke Sal. Raya Gebang Putih Kanan				0,992	0,348	0,292	0,640	45,122	54,252	59,335

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 4.22 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Nama Saluran	I (mm/jam)			C	A (Km ²)	Qrencana (m ³ /det)
	2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun			
Sal. Raya Gebang Putih Kanan a	68,468	76,310	83,459	0,687	0,091	1,103
Sal. Raya Gebang Putih Kanan b	57,017	68,554	74,977	0,687	0,097	1,059
Sal. Mleto b	51,903	62,405	68,252	0,687	0,173	2,067
Sal. Raya Gebang Putih Kiri Kecil	67,622	81,304	88,922	0,687	0,004	0,062
Sal. ITS Tengah	59,173	71,146	77,812	0,687	0,139	1,883
Sal. Mleto a ke Sal. Raya Gebang Putih Kanan	45,122	54,252	59,335	0,687	0,488	5,059

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 4.23 Perhitungan Perencanaan Saluran

Nama Saluran	L	I	n	Jenis Saluran	b	h	A	P	R	R ^{2/3}	V	Qredesign	Qrencana	Kondisi
	(m)				(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m/det)	(m ³ /det)	(m ³ /det)	
Sal. Mleto b	545,00	0,0020	0,03	Persegi	1,49	1,48	2,205	4,45	0,496	0,626	1,120	2,470	2,067	Aman
Sal. Raya Gebang Putih Kanan a	308,00	0,0004	0,03	Persegi	1,40	1,22	1,708	3,84	0,445	0,583	0,659	1,126	1,103	Aman
Sal. Raya Gebang Putih Kanan b	249,00	0,0005	0,03	Persegi	1,40	1,22	1,708	3,84	0,445	0,583	0,659	1,126	1,059	Aman
Sal. Raya Gebang Putih Kiri Kecil	407,72	0,0009	0,03	Persegi	0,50	0,40	0,200	1,30	0,154	0,287	0,345	0,069	0,062	Aman
Sal. ITS Tengah	524,30	0,0010	0,01	Persegi	2,81	1,06	2,979	4,93	0,604	0,715	1,883	5,610	1,883	Aman
Sal. Mleto a ke Sal. Raya Gebang Putih Kanan	1041,20	0,0002	0,01	Persegi	3,97	1,85	7,345	7,67	0,958	0,972	0,992	7,282	5,059	Aman

(Sumber : Hasil Perhitungan)

4.3 Perhitungan Aliran Balik (Back Water)

Saluran Raya Gebang Putih Kanan setelah direncanakan punggungan memiliki *outlet* pada saluran Mleto a sehingga diperlukan tinjauan terjadinya *back water* untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh *back water* pada outlet saluran Raya Gebang Putih Kanan.

Karna elevasi muka air banjir pada saluran Mleto a lebih tinggi daripada elevasi muka air banjir pada saluran Raya Gebang Putih Kanan maka dapat disimpulkan bahwa *outlet* saluran Raya Gebang Putih Kanan terjadi *back water* sehingga perlu dilakukan perhitungan *back water*, adapun perhitungan *back water* dapat dilihat berikut ini.

Diketahui :

$$b = 1,40 \text{ m}$$

$$y_b = 1,4 \text{ m}$$

$$I = 0,0008$$

$$Q = 1,103 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$y_n = 1,2 \text{ m}$$

$$n = 0,03$$

$$\alpha = 1$$

$$g = 9,8 \text{ m}/\text{det}^2$$

perhitungan back water sebagai berikut :

- Tahap 1

- $y = 1,4 \text{ m}$

- $A = (b + y_b) \cdot y$
 $= (1,4 + 1,4) \cdot 1,4$
 $= 3,94 \text{ m}$

- $P = b + 2 \cdot y$
 $= 1,4 + 2 \cdot 1,4$
 $= 4,20 \text{ m}$

- $R = A/P$
 $= 3,94 \text{ m}^2 / 4,20 \text{ m} = 0,94 \text{ m}$

- $R^{4/3} = 0,94^{4/3}$
 $= 0,92$
- $V = Q/A$
 $= 1,103 \text{ m}^3/\text{det}/3,94 \text{ m}$
 $= 0,28 \text{ m/det}$
- $\alpha \frac{v^2}{2g} = 1 \frac{0,28^2}{2 \cdot 9,8}$
 $= 0,004 \text{ m}$
- $E = y + \alpha \frac{v^2}{2g}$
 $= 1,4 \text{ m} + 0,004 \text{ m}$
 $= 1,404 \text{ m}$
- $If = \frac{(n^2 \cdot v^2)}{\frac{R^{4/3}}{(0,03^2 \cdot 0,28^2)}}$
 $= \frac{0,92}{0,00005}$
- Tahan 2
 - $y = 1,3 \text{ m}$
 - $A = (b + yb) \cdot y$
 $= (1,4 + 1,4) \cdot 1,3$
 $= 3,66 \text{ m}$
 - $P = b + 2 \cdot y$
 $= 1,4 + 2 \cdot 1,3$
 $= 4,00 \text{ m}$
 - $R = A/P$
 $= 3,66 \text{ m}^2/4,00 \text{ m} = 0,92 \text{ m}$
 - $R^{4/3} = 0,92^{4/3}$
 $= 0,89$
 - $V = Q/A$
 $= 1,103 \text{ m}^3/\text{det}/3,66 \text{ m}$
 $= 0,30 \text{ m/det}$
 - $\alpha \frac{v^2}{2g} = 1 \frac{0,30^2}{2 \cdot 9,8}$
 $= 0,005 \text{ m}$

- $E = y + \alpha \frac{v^2}{2g}$
 $= 1,3 \text{ m} + 0,005 \text{ m}$
 $= 1,305 \text{ m}$
- $If = \frac{(n^2 \cdot v^2)}{\frac{R^{4/3}}{(0,03^2 \cdot 0,30^2)}}$
 $= \frac{0,89}{0,00006}$
- $\bar{If} = (If1 + If2)/2$
 $= (0,00005 + 0,00006)/2$
 $= 0,00006$
- $I0 - \bar{If} = 0,0008 - 0,00006$
 $= 0,00074$
- $\Delta E = E1 - E2$
 $= 1,404 \text{ m} - 1,305 \text{ m}$
 $= 0,099 \text{ m}$
- $\Delta X = \frac{\Delta E}{\frac{I0 - \bar{If}}{0,099}}$
 $= \frac{0,00074}{0,00074}$
 $= 133,99 \text{ m}$
- $X = 133,99 \text{ m}$ (nilai komulatif dari ΔX)

Untuk perhitungan selanjutnya bisa dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.24 Perhitungan Back Water pada Saluran Raya Gebang Putih a

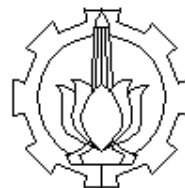
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Y	A	P	R	$R^{4/3}$	v	$v^2/2g$	E	ΔE	If	\bar{I}_f	$I_o - \bar{I}_f$	Δx	x
m	m ²	m	m	m ^{4/3}	m/s	m	m	m				m	m
1,4	3,94	4,20	0,94	0,92	0,28	0,004	1,404	0	0,00005	0	0	0	0
1,3	3,66	4,00	0,92	0,89	0,30	0,005	1,305	0,099	0,00006	0,00006	0,00074	133,99	133,99
1,2	3,38	3,80	0,89	0,86	0,33	0,005	1,202	0,099	0,00008	0,00007	0,00073	136,03	270,02

(Sumber : Hasil Perhitungan)

LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Luas Wilayah Dibawah Kurva Normal

	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
-3.4	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002
-3.3	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003
-3.2	0.0007	0.0007	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0005	0.0005
-3.1	0.0010	0.0009	0.0009	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0007	0.0007
-3.0	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010
-2.9	0.0019	0.0018	0.0017	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
-2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0022	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
-2.7	0.0036	0.0034	0.0033	0.0032	0.0030	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
-2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0040	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
-2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0056	0.0054	0.0053	0.0051	0.0050	0.0049
-2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0076	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
-2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
-2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
-2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
-2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
-1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0238	0.0233
-1.8	0.0359	0.0352	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
-1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
-1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0506	0.0496	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
-1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
-1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0733	0.0717	0.0700	0.0684	0.0668
-1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0836	0.0820
-1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0986
-1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
-1.0	0.1587	0.1562	0.1538	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
-0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
-0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
-0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
-0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
-0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
-0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
-0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
-0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
-0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4403	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641
0.1	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5278	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5436	0.5474	0.5511	0.5547	0.5583	0.5619	0.5655	0.5691	0.5726
0.2	0.5796	0.5832	0.5867	0.5901	0.5934	0.5967	0.6000	0.6032	0.6064	0.6095
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7089	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1	0.8543	0.8568	0.8591	0.8615	0.8638	0.8661	0.8684	0.8707	0.8729	0.8751
1.1	0.8843	0.8865	0.8886	0.8907	0.8927	0.8947	0.8967	0.8986	0.8999	0.9010
1.2	0.9049	0.9069	0.9088	0.9107	0.9125	0.9143	0.9161	0.9178	0.9195	0.9212
1.3	0.9232	0.9250	0.9267	0.9284	0.9299	0.9315	0.9331	0.9347	0.9362	0.9377
1.4	0.9392	0.9407	0.9422	0.9436	0.9450	0.9464	0.9478	0.9492	0.9506	0.9519
1.5	0.9533	0.9546	0.9559	0.9571	0.9583	0.9596	0.9608	0.9619	0.9631	0.9642
1.6	0.9652	0.9664	0.9674	0.9684	0.9694	0.9704	0.9714	0.9724	0.9733	0.9742
1.7	0.9750	0.9759	0.9767	0.9775	0.9783	0.9791	0.9799	0.9806	0.9813	0.9820
1.8	0.9827	0.9834	0.9841	0.9847	0.9853	0.9859	0.9864	0.9869	0.9874	0.9879
1.9	0.9883	0.9888	0.9893	0.9898	0.9902	0.9906	0.9910	0.9914	0.9918	0.9921
2	0.9972	0.9977	0.9981	0.9984	0.9987	0.9990	0.9992	0.9994	0.9996	0.9997
2.1	0.9981	0.9983	0.9985	0.9986	0.9987	0.9988	0.9989	0.9990	0.9991	0.9992
2.2	0.9991	0.9992	0.9993	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9997
2.3	0.9997	0.9997	0.9998	0.9998	0.9998	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
2.4	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
2.5	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
2.6	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
2.7	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
2.8	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
2.9	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
3	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
3.1	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
3.2	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
3.3	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
3.4	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999



PROGRAM STUDI DS TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN INSTITUTE TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
2016

NAMA GAMBAR

SKEMA JARINGAN
SISTEM DRAINASE

BENTUK

SKALA

NAMA MAHASISWA

1. GINANAH
3113030091

2. RIZKY RAMDHANI
3113030141

DOSEN PEMBIMBING

S. Kanilla A, ST., MT

JUNLAH GAM

NOMOR GAM

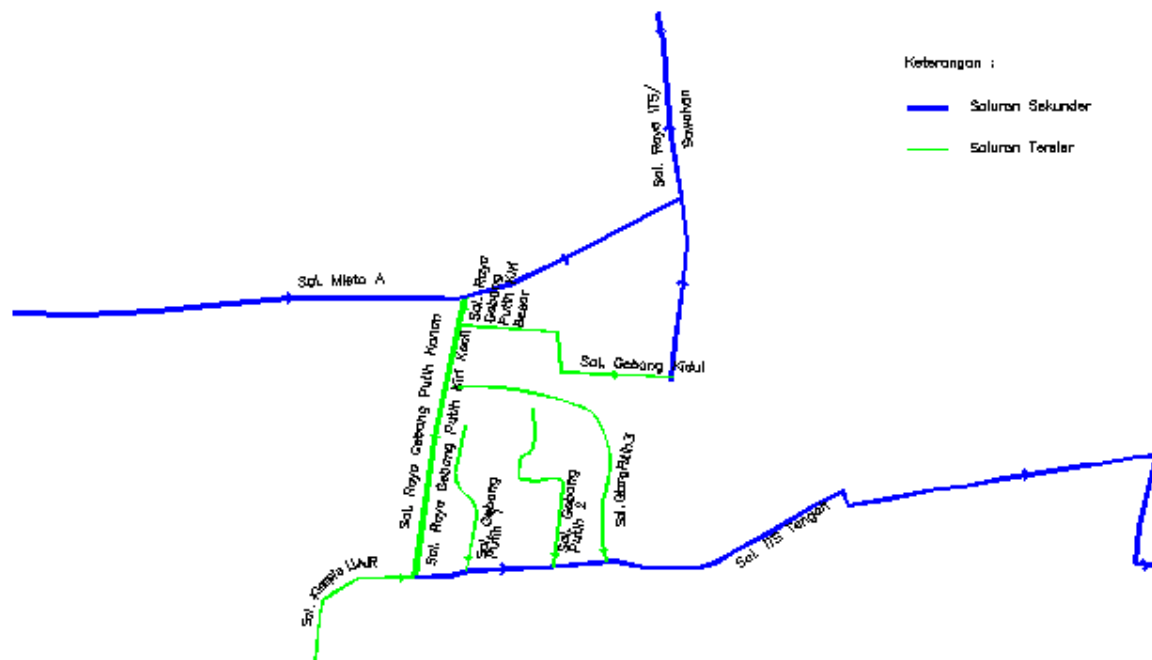
31

2

Keterangan :

Saluran Sekunder

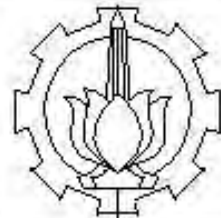
Saluran Tersier



SKEMA JARINGAN SISTEM DRAINASE
ANTARA SAL. MLETO SAMPAI SAL. ITS TENGAH



1 : 25000



PROGRAM STUDI INJENIER SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
6016

NAMA GAMBAR

Penentuan Sta. Hujan

BENTUK

SKALA

-

1 : 25000

NAMA MAHASISWA

L. BINANAH
2113030091

E. RIZKY RANDHANI
2113030141

Dosen PEMBIMBING

S. Kamilia A. ST., NT

JUMLAH GAM.

NOMOR GAM.

31

3



Penentuan Sta. Hujan dengan Metode Poligon Thiessen

1 : 25000



PROGRAM STUDI DI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN DAN INFORMATIKA
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
2016

NAMA GAMBAR

LAYOUT SISTEM SALURAN KLETO II

BENTUK

SKALA

-

Not To Scale

NAMA MAHASISWA

1. DINANAH
SI13030091

2. RIZKY RAMDHANI
SI13030141

Dosen PEMBIMBING

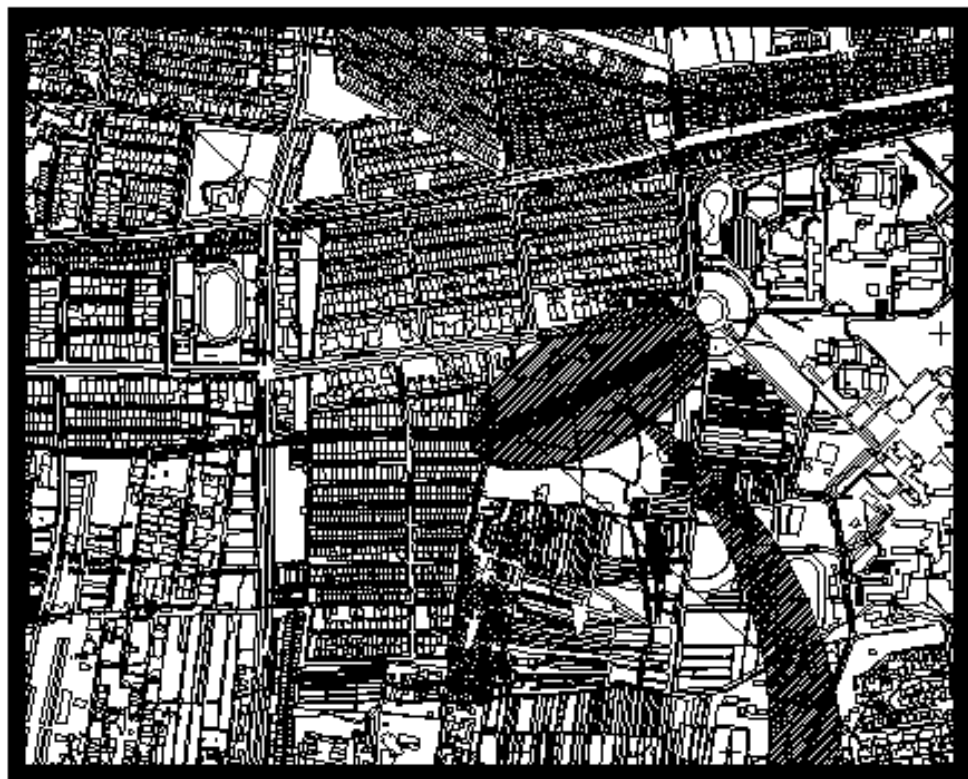
S. Karilla A, ST., MT

JUMLAH GAM.

NOMOR GAM.

31

5



LOKASI
PEKERJAAN



PROGRAM STUDI DI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN DAN INFORMATIKA
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
6006

NAMA GAMBAR

LAYOUT SISTEM SALURAN KLETO II

BENTUK

SKALA

-

1 : 500

NAMA MAHASISWA

1. DINANAH
SI13030091

2. RIZKY RAMDHANI
SI13030141

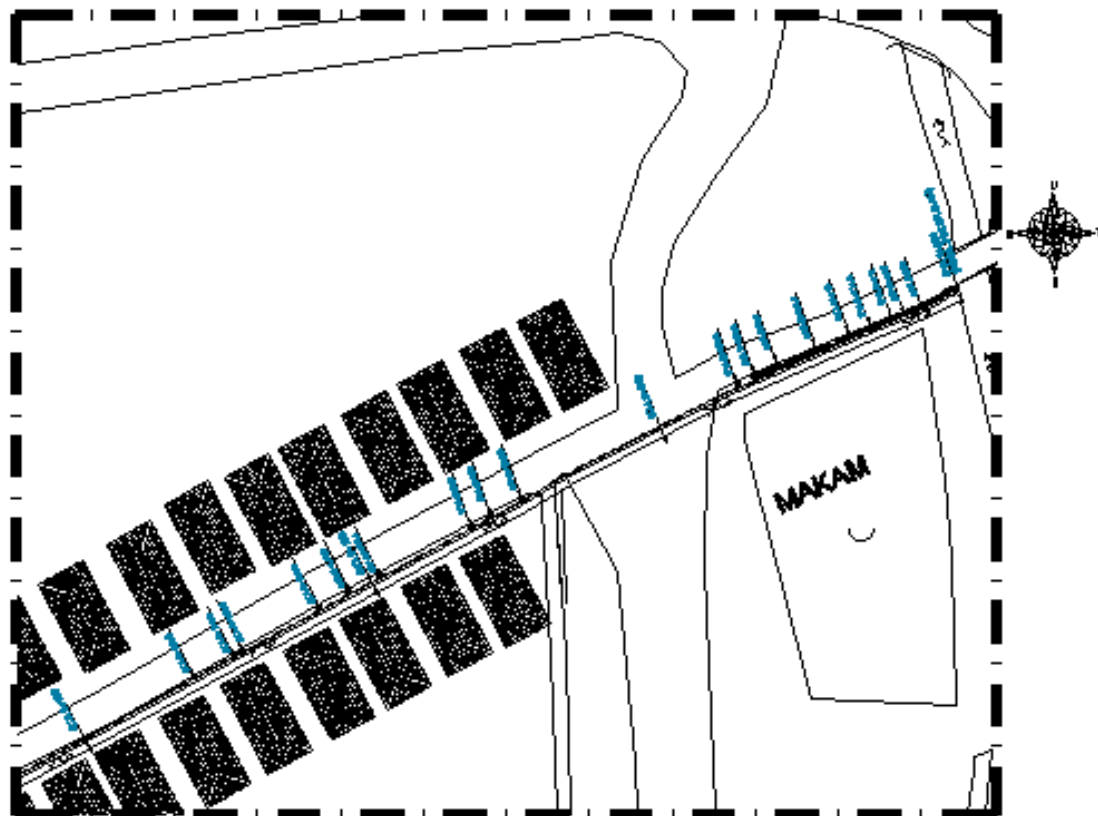
Dosen Pembimbing

S. Kariwa, A, ST., MT

JUMLAH GAM.

NOMOR GAM.

31 6





PROGRAM STUDI DI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN DAN INFORMATIKA
TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
6006

NAMA GAMBAR

LAYOUT DISTRIBUSI SALURAN MUKTO 3

BENTUK

SKALA

-

1 : 500

NAMA MAHASISWA

1. DINANAH
SI13030091

2. RIZKY RAMDHANI
SI13030141

DOSSEN PEMBIMBING

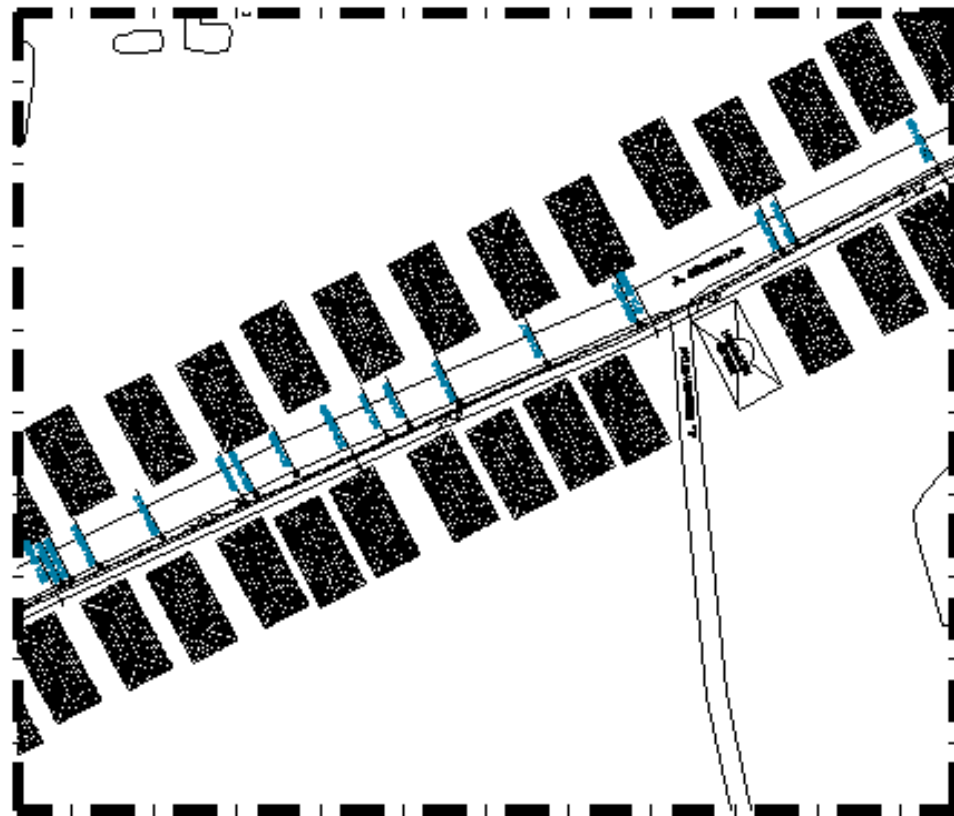
S. Karilla A, ST., MT

JUMLAH GAM.

NOMOR GAM.

31

7





PROGRAM STUDI DI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN DAN INFORMATIKA
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
2016

NAMA GAMBAR

LAYOUT SISTEM SALURAN KLETO II

BENTUK

SKALA

-

1 : 500

NAMA MAHASISWA

1. DINANAH
SI13030091

2. RIZKY RAMDHANI
SI13030141

DOSSEN PEMBIMBING

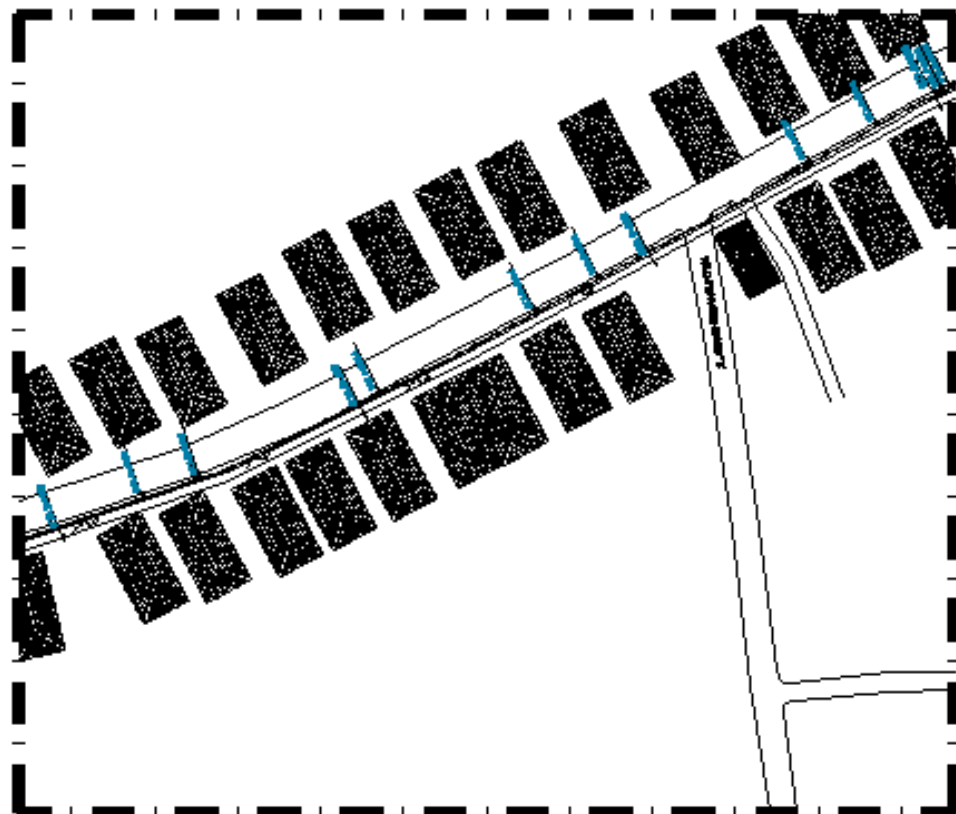
S. Karilla A, ST., MT

JUMLAH GAM.

NOMOR GAM.

31

8





PROGRAM STUDI DI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN DAN INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
2016

NANA GANBAR

LAYOUT BASESTONE SALURAN MUKTO II

BENTUK

SKALA

—

1 : 500

NAMA MAHASISWA

L. DINANAH
SI13030091

2. RIZKY RAMDHANI
3113030141

DOZEN PENEKING

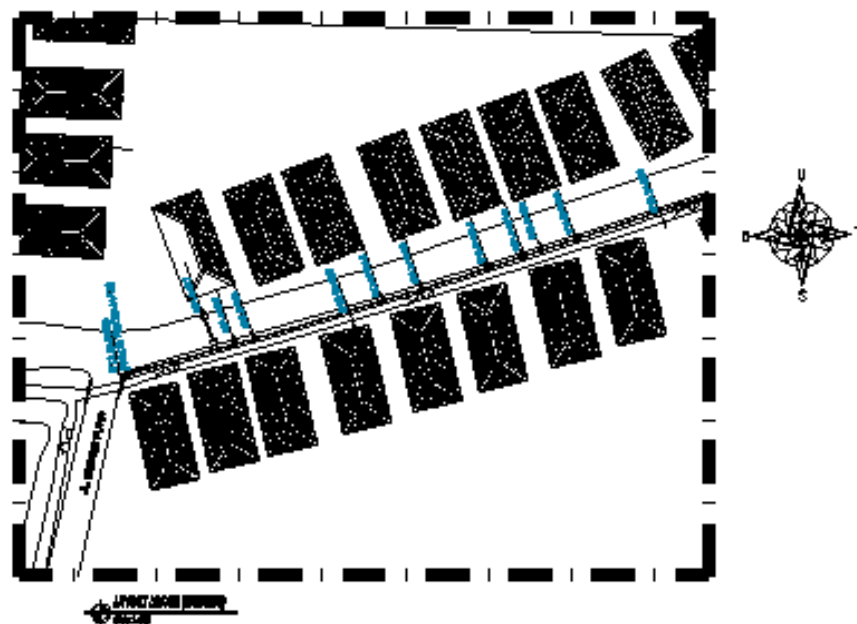
S. Kanilla A, ST., MT

JUMLAH GAM.

NUMBER GAM

31

9





PROGRAM STUDI ITS TERPADU: SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
REKONSTRUKSI DAN KAWASAN
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
605

NAMA GAMBAR

Layout Rencana

BENTUK

SKALA

1 : 25000

NAMA MAHASISWA

1. DINANAH
3113030091

2. RIZKY RANDHANI
3113030141

DISEN PEMBIMBING

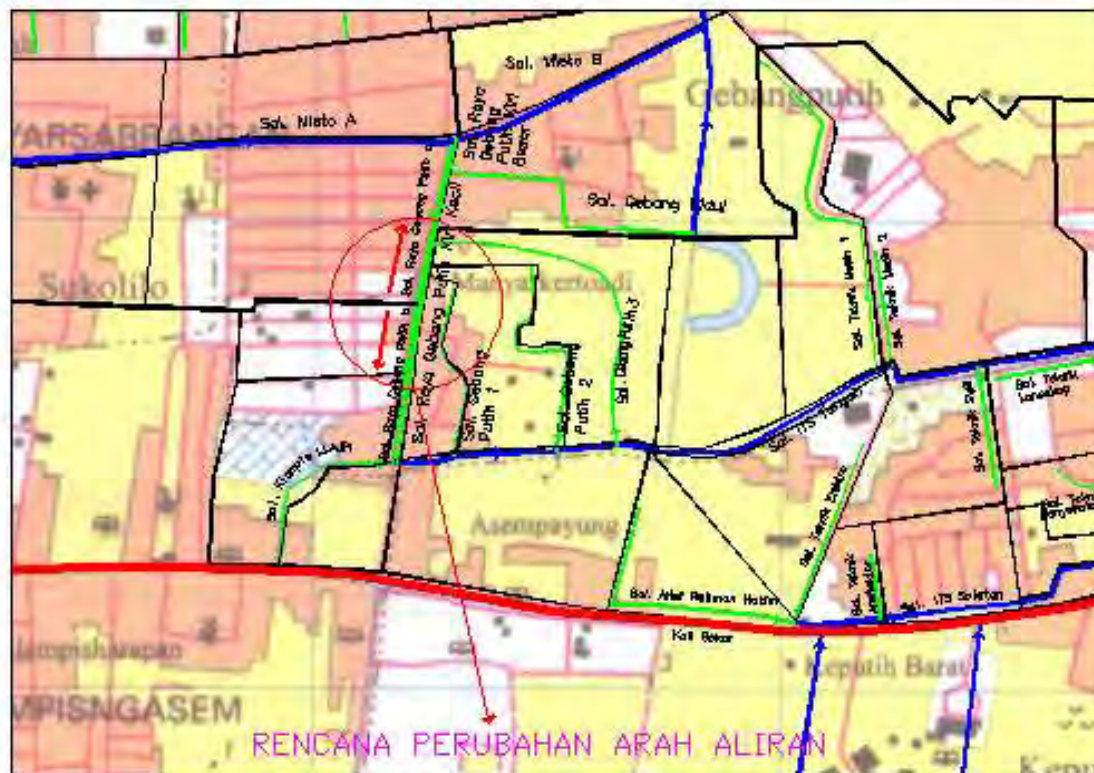
S. Kuntia A, ST., MT

JUMLAH GAM

NOMOR GAM.

31

10



RENCANA PERUBAHAN ARAH ALIRAN



Layout Rencana Sal. Raya Gebang Putih dan Sal. Mleto

1 : 25000

Keterangan : — Saluran Primer — Saluran Sekunder — Saluran Tersier — Batas Catchment Area



PROGRAM STUDI IS TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN DAN TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
2016

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION
SALURAN AIRYA BERING PUTIH KAMAH

BENTUK

SKALA

-

1 : 10

NAMA MAHASISWA

1. QINANAH
3113030091

2. RIZKY RAMDHANI
3113030141

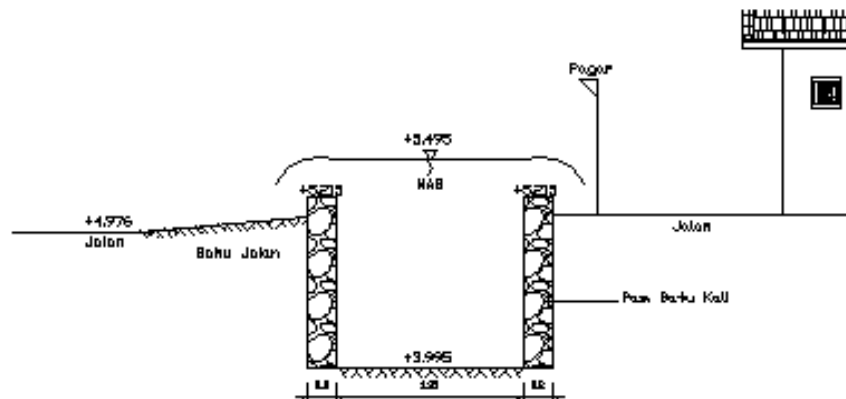
Dosen PEMBIMBING

S. Kamila A, ST., MT

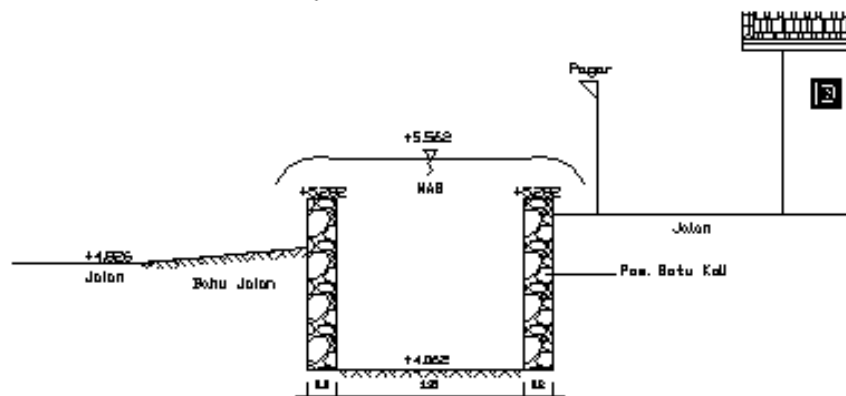
JUMLAH GAM.

NOMOR GAM.

31 12



DETAIL MELINTANG (CROSS-SECTION)
SALURAN AIRY BERING PUTIH KAMAH (P2)
1 : 10



DETAIL MELINTANG (CROSS-SECTION)
SALURAN AIRY BERING PUTIH KAMAH (P2)
1 : 10



PROGRAM STUDI IS TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN DAN TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
2016

NAMA GAMBAR

GRASS SECTION
SALURAN RAYA BESANG PUTIH KANAN

BENTUK

SKALA

-

1 : 10

NAMA MAHASISWA

1. QINANAH
3113030091

2. RIZKY RAMDHANI
3113030141

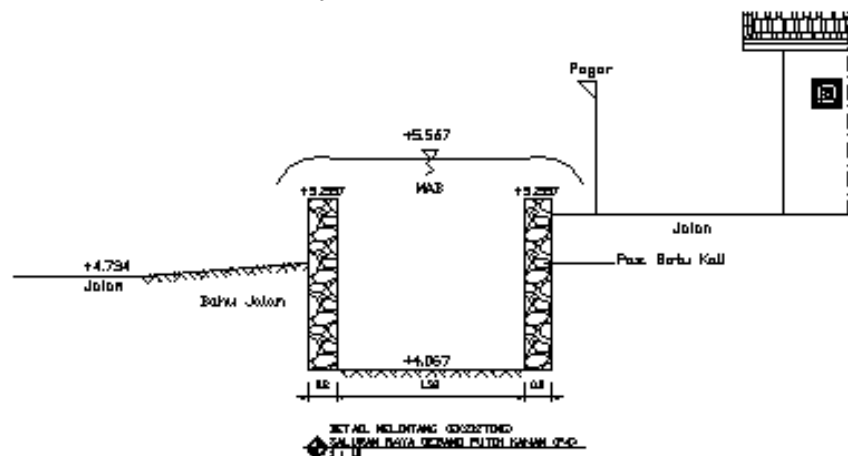
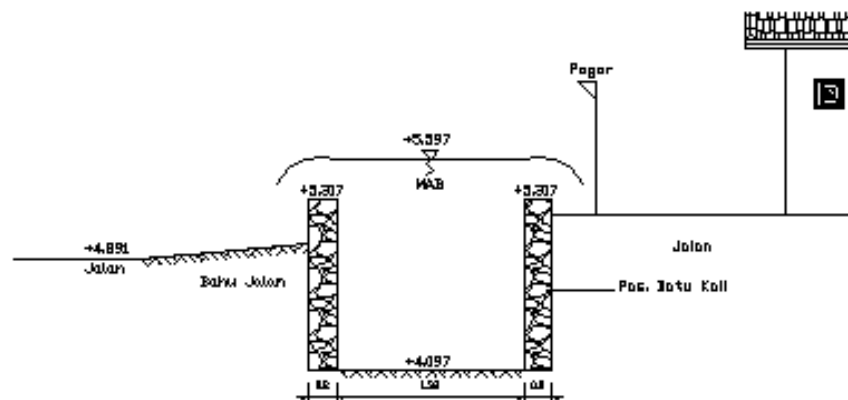
Dosen PEMBIMBING

S. Kamila A, ST., MT

JUNJAH GAM.

NOMOR GAM.

31 13





PROGRAM STUDI IS TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN DAN TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
2016

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION
SALURAN PATA BEKUNG PUTIH KANAN

BENTUK

SKALA

-

1 : 10

NAMA MAHASISWA

1. QINANAH
3113030091

2. RIZKY RAMDHANI
3113030141

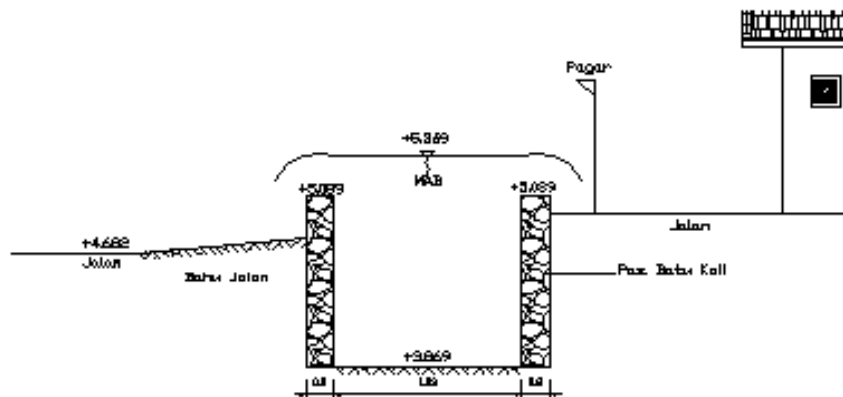
DOSEN PEMBIMBING

S. Kamila A, ST., MT

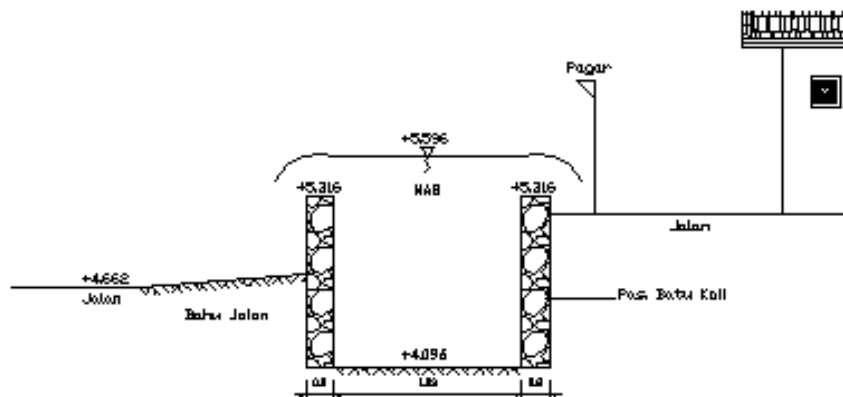
JUNJAH GAM.

NOMOR GAM.

31 14



DETAIL MELINTANG (KERSISTING)
SALURAN PATA BEKUNG PUTIH KANAN (PS)
1 : 10



DETAIL MELINTANG (KERSISTING)
SALURAN PATA BEKUNG PUTIH KANAN (PS)
1 : 10



PROGRAM STUDI IS TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN DAN INFORMATIKA TEKNIK
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
2016

NAMA GAMBAR

ORISE SECTION
SALURAN RAYA BEKANG PUTIH KAWAH

BENTUK

SKALA

-

1 : 10

NAMA MAHASISWA

1. QINANAH
3113030091

2. RIZKY RAMDHANI
3113030141

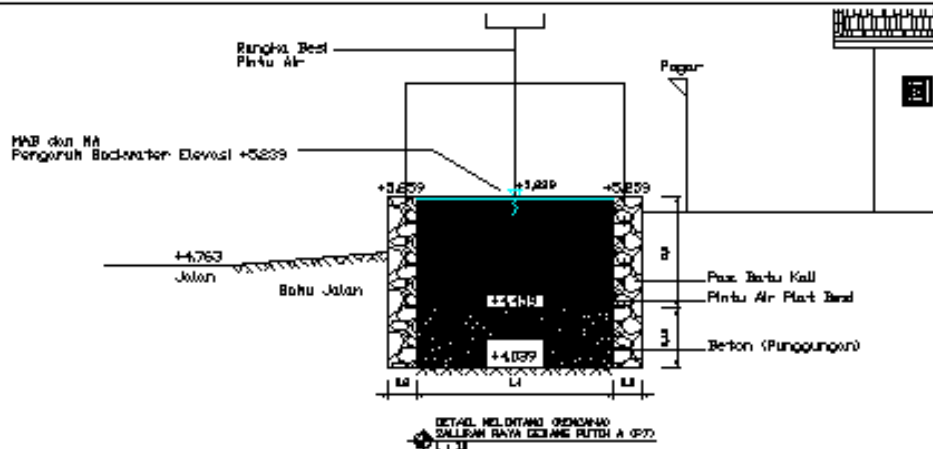
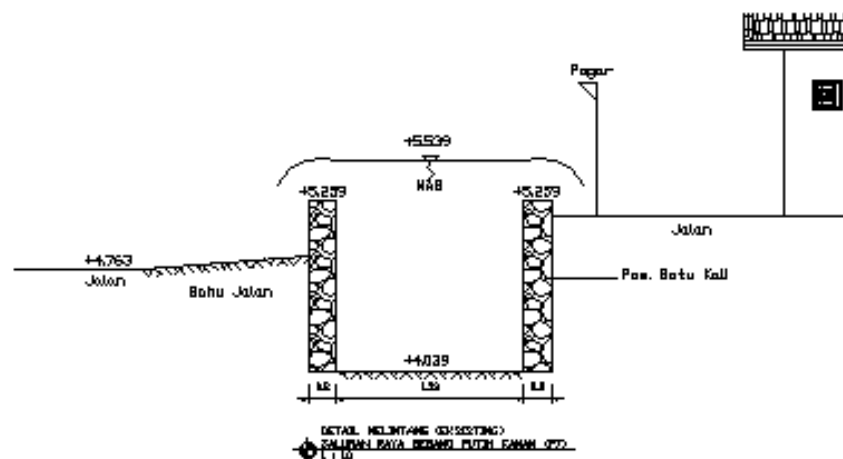
DISEN PEMBIMBING

S. Kamila A, ST., MT

JUMLAH GAM.

NOMOR GAM.

31 15





PROGRAM STUDI IS TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN DAN TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
2016

NAMA GAMBAR

ORIS SECTION
SALURAN RAYA SEMPANG PUTIH KANAN

BENTUK

SKALA

-

1 : 10

NAMA MAHASISWA

1. QINANAH
3113030091

2. RIZKY RAMDHANI
3113030141

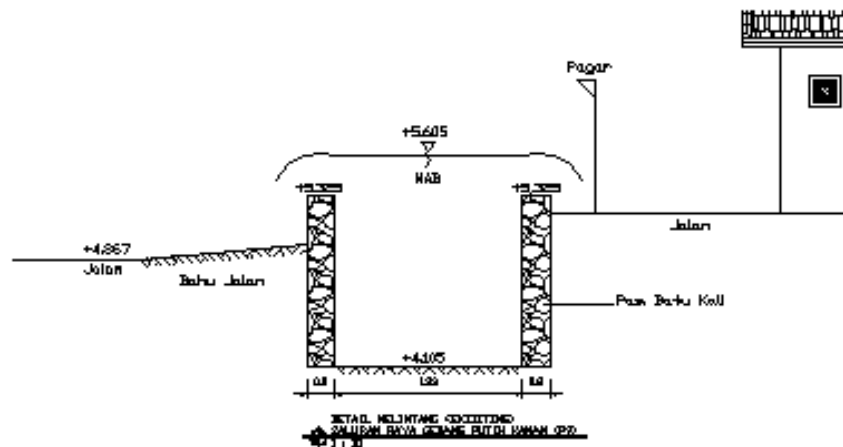
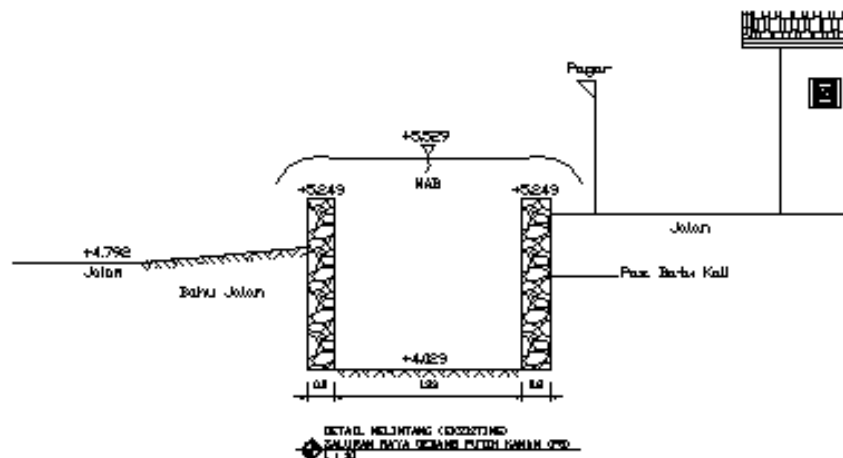
DISEN PEMBIMBING

S. Kamila A, ST., MT

JUNJAH GAM.

NOMOR GAM.

31 16





PROGRAM STUDI IS TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN DAN TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
2016

NAMA GAMBAR

CHUKIT SECTION
SALURAN AIRYA BERANG PULUH KANAN

BENTUK

SKALA

-

1 : 10

NAMA MAHASISWA

1. QINANAH
3113030091

2. RIZKY RAMDHANI
3113030141

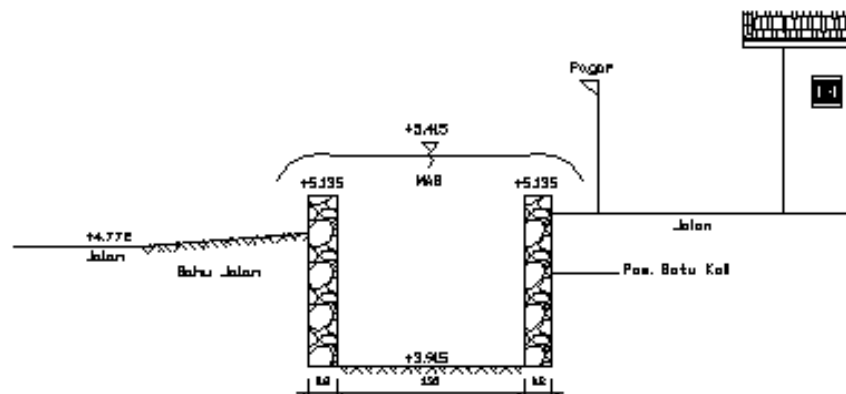
DISEN PEMBIMBING

S. Kamila A, ST., MT

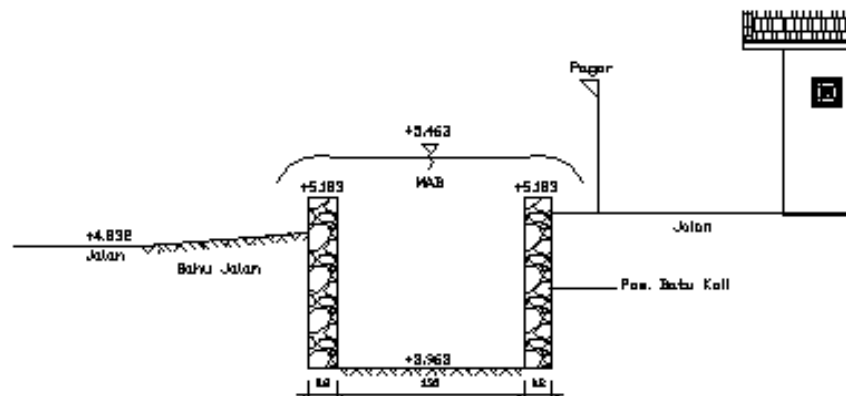
JUNJAH GAM.

NOMOR GAM.

31 17



DETAIL MELINTANG CHUKIT
SALURAN AIRYA BERANG PULUH KANAN



DETAIL MELINTANG CHUKIT
SALURAN AIRYA BERANG PULUH KANAN



PROGRAM STUDI DI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN DAN INFORMATIKA TEKNIK
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
2016

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION
SALURAN AIRA BERING PUTIH KAWAH

BENTUK

SKALA

-

1 : 10

NAMA MAHASISWA

1. DINANAH
3113030091

2. RIZKY RAMDHANI
3113030141

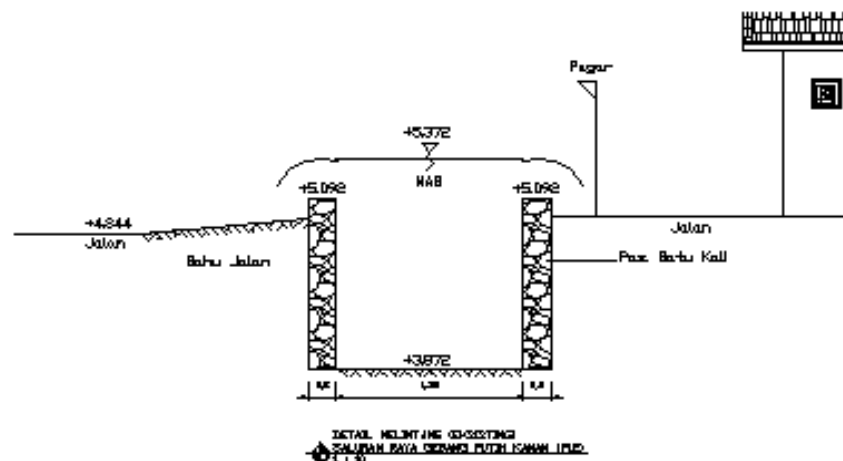
Dosen PEMBIMBING

S. Kamila A, ST., MT

JUNJAH GAM.

NOMOR GAM.

31 18





PROGRAM STUDI IS TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN INSTITUTE TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
2016

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION
SALURAN RAYA BERING PUTIH KAWAH

BENTUK

SKALA

-

1 : 10

NAMA MAHASISWA

1. QINANAH
3113030091

2. RIZKY RAMIHANI
3113030141

DISEN PEMBIMBING

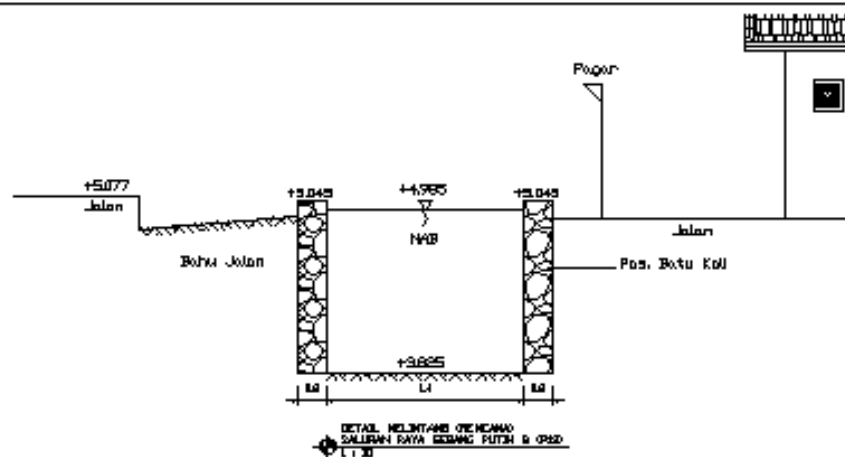
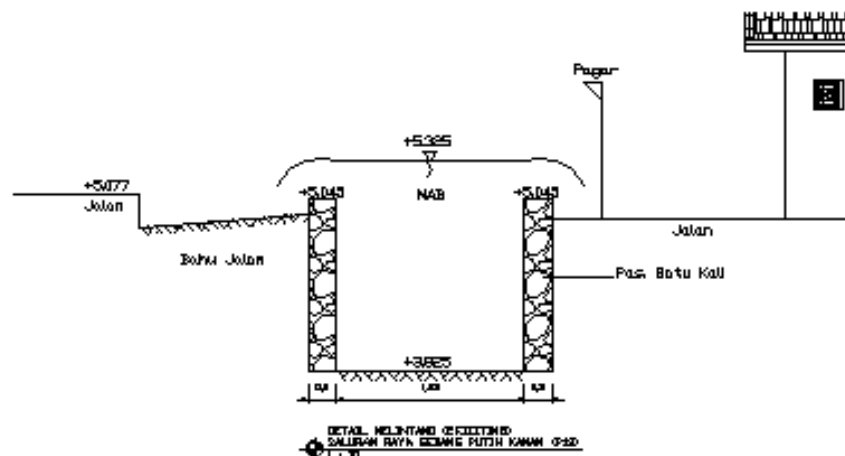
S. Kamila A, ST., MT

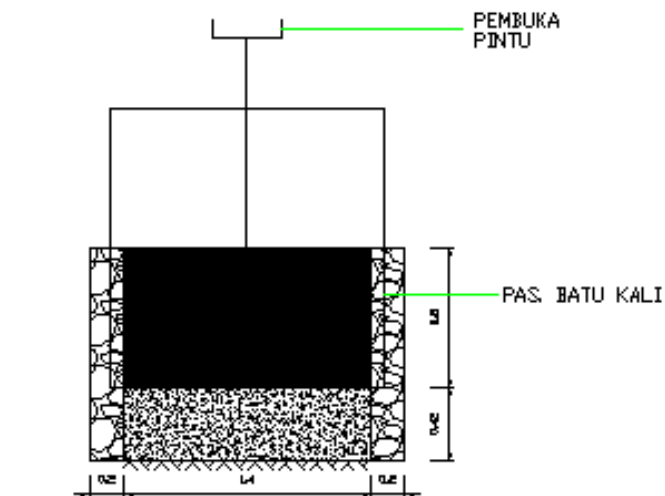
JUNJAH GAM.

NOMOR GAM.

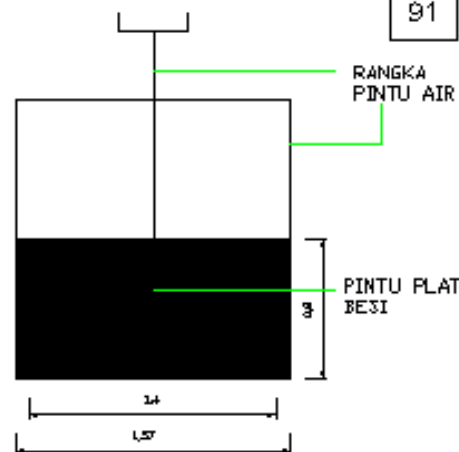
31

19

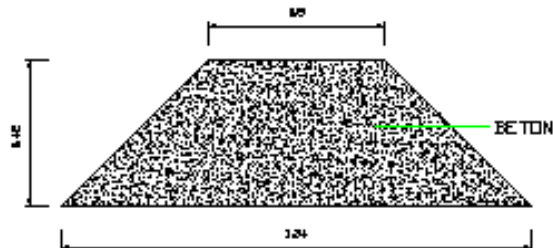




DETAIL MELINTANG (RENCANA)
PINTU AIR DAN ANGGANG SALURAN RAYA GERANG PUTIH KANAN
1 : 10

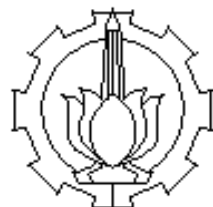


DETAIL MELINTANG (RENCANA)
PINTU AIR SALURAN RAYA GERANG PUTIH KANAN
1 : 10



DETAIL TANPAK SAMPING (RENCANA)
PUNGGUNG SALURAN RAYA GERANG PUTIH KANAN
1 : 5

91



PROGRAM STUDI DI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
6016

NAMA GAMBAR

DETAIL PINTU AIR DAN ANGGANG
SALURAN RAYA GERANG PUTIH KANAN

BENTUK

SKALA

1 : 10
1 : 5

NAMA MAHASISWA

1. GINANAH
30113030091
2. RIZKY RAMDHANI
30113030141

DOSEN PEMBIMBING

S. Kamilla A, ST., MT

JUNLAH GAM.

NOMOR GAM.

31 20



PROGRAM STUDI DI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
2016

NAMA GAMBAR

LONG SECTION CROSSING RUM KEDIRI
SALURAN KLETO B

BENTUK

SKALA

1 : 1000
1 : 100

NAMA MAHASISWA

1. DINANAH
SI13030091

2. RIZKY RAMDHANI
SI13030141

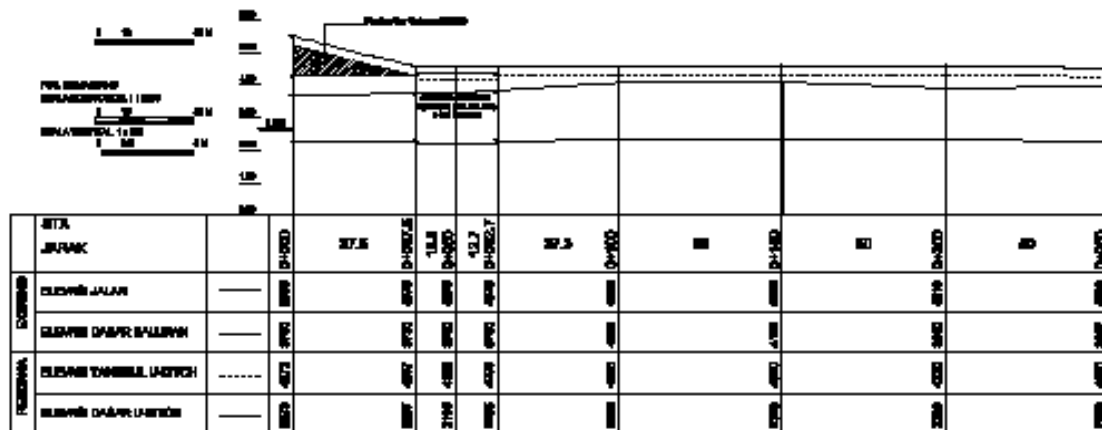
DOSSEN PEMBIMBING

S. Kariha A, ST., MT

JUMLAH GAM.

NOMOR GAM.

31 21



NANA GANBAR

BENTUK

SKALA

-	1 : 1000
	1 : 100

NAMA MAHASISWA

L. DINANAH
3113030091

2. RIZKY RAMDHANI
3113030141

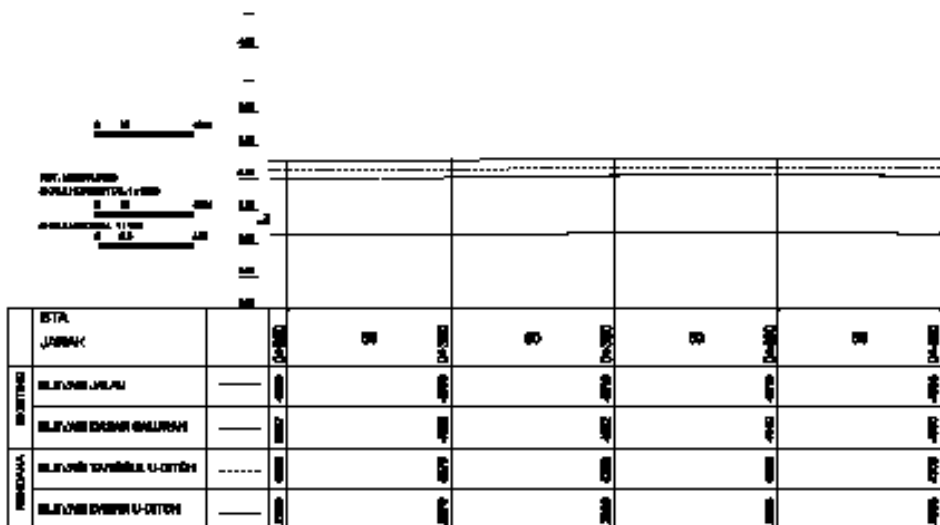
DOZEN FENBIMBING

S. Kaniha, A. ST., MT

JUMLAH GAM.	NOMOR GAM.
-------------	------------

NUMBER GAM

31 | 22



▶ 2010 年 10 月 1 日起实施



PROGRAM STUDI DI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN DAN INFORMATIKA
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
2016

NAMA GAMBAR

LONG SECTION EXISTING DAN RENCANA
DALUARAN HELETO D

BENTUK

SKALA

1 : 1000
1 : 100

NAMA MAHASISWA

1. DINANAH
SI13030091

2. RIZKY RAMDHANI
SI13030141

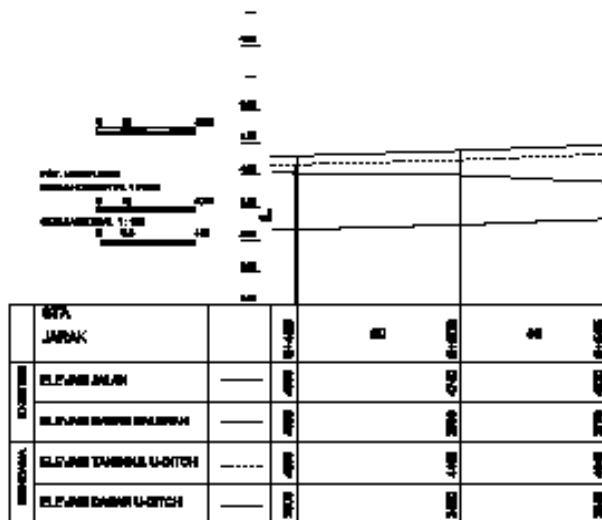
DOSIR PENJEMBIT

S. Karliha A, ST., MT

JUMLAH GAM.

NOMOR GAM.

3123



DISKUSI
KELAS



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER SURABAYA
601

NAMA GAMBAR

DESAIN SISTEM BUNYAN BUNYI 3

BENTUK

SKALA

-

1 : 50

NAMA MAHASISWA

1. DIHANAH
3113020191

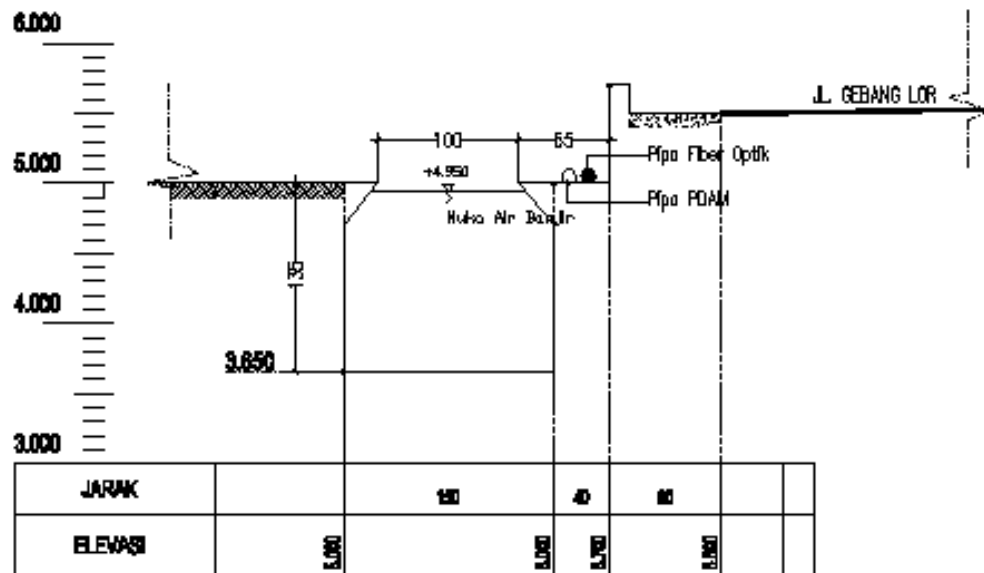
2. RIZKY RANDHANI
3113020141

DISEN PEMBUNYING

S. KAMU A. ST., MT

JUMLAH GAMBAR, NOMOR GAMBAR

3124



STA 0+000 (EXISTING)
Skala 1:50



PROGRAM STUDI DI TEKNIK SIPIL
FASILITAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
BULU

NAMA GAMBAR

DESAIN JERAM SURABAYA BULU 2

BENTUK

SKALA

-

1 : 50

NAMA MAHASISWA

1. DIMANAH
3113030191

2. RIZKY RAHMATI
3113030141

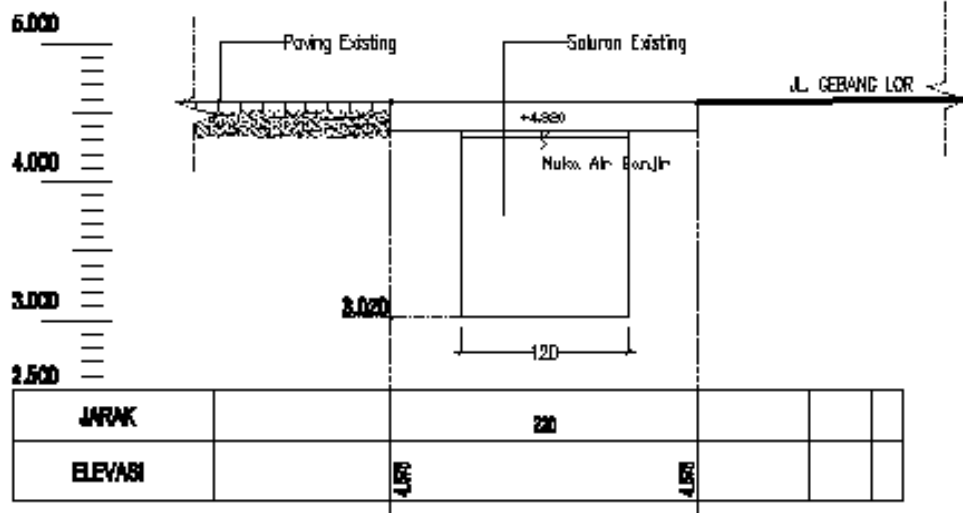
DOSSEN PEMBimbing

S. KAMU A. ST., MT

JUMLAH GAM.

NOMOR GAM.

3125





PROGRAM STUDI ENJINERAN SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN INFRASTRUKTUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL
SURABAYA
2016

NAMA GAMBAR

DESAIN SISTEM SALURAN AIR

BENTUK

SKALA

-

1 : 50

NAMA MAHASISWA

1. DIHANAH
3112020191

2. RIZKY RANDHANI
3112020141

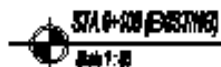
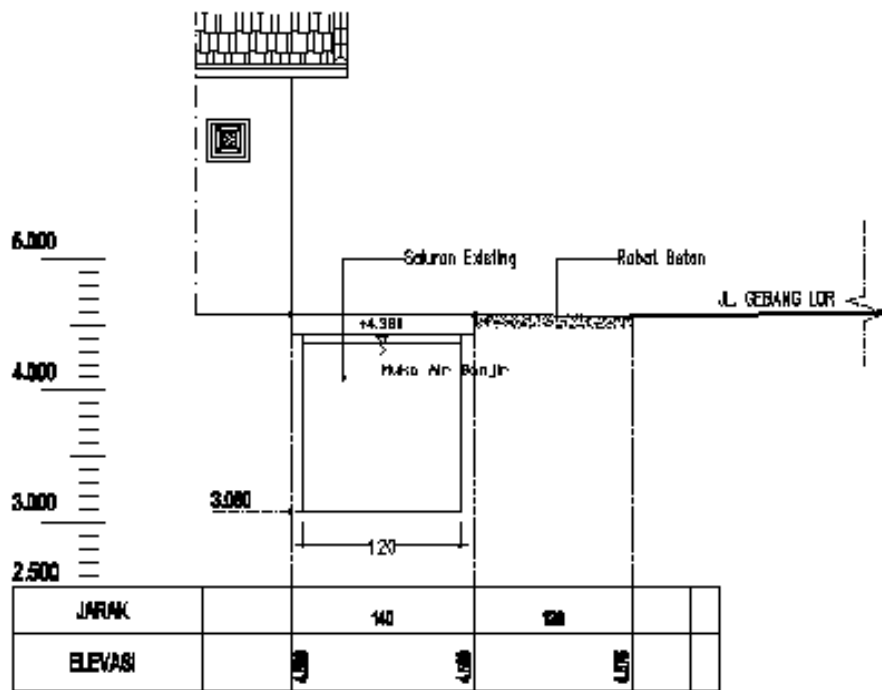
DOSEN PEMBIMBING

S. KAWU A. ST., MT

JUMLAH GAM.

NOMOR GAM.

3126





PROGRAM STUDI DI TEKNIK SIPIL
FASILITAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN INSTITUTE TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
BYG

NAMA GAMBAR

KELOMPOK SALURAN BLOK 3

BENTUK

SKALA

-

1 : 50

NAMA MAHASISWA

1. DIMANAH
3113030191

2. RIZKY RANDHANI
3113030141

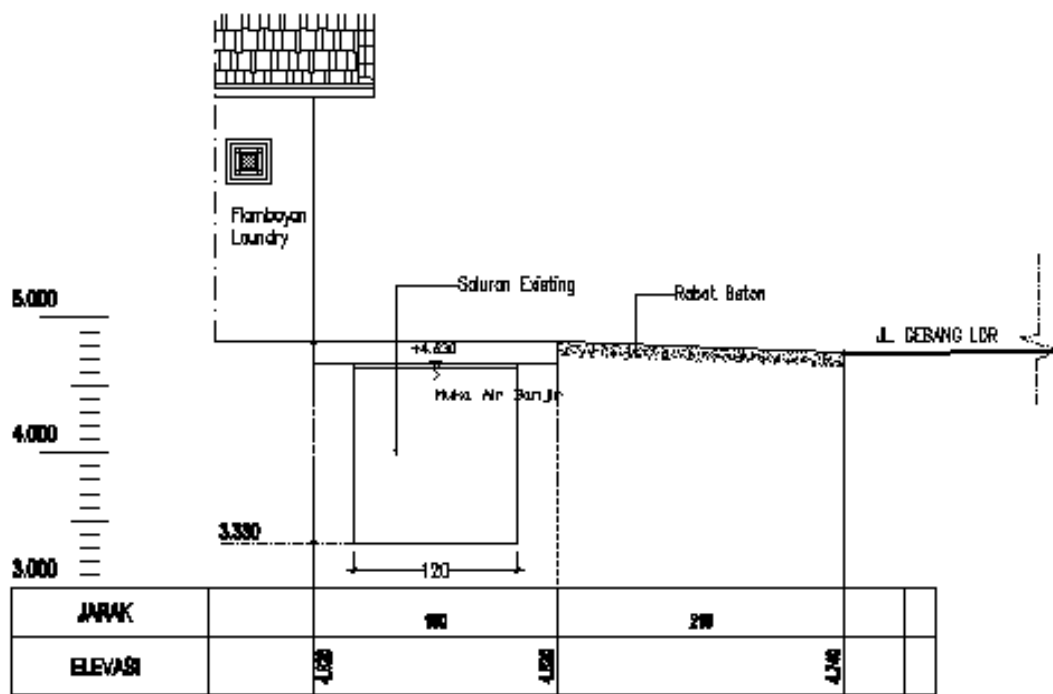
DOSEN PEMBIMBING

S. KAMUD A. ST., MT

JUMLAH GAM.

NOMOR GAM.

3127



STA 0+500 (EXISTING)
Rasio 1:50



PROGRAM STUDI DI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN DAN KEBANGSAHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER SURABAYA
6016

NAMA GAMBAR

DESAIN KAWASAN ALIRAN AIR

BENTUK

SKALA

-

1 : 50

NAMA MAHASISWA

1. DINANAH
3112020191

2. RIZKY RANDHANI
3112020141

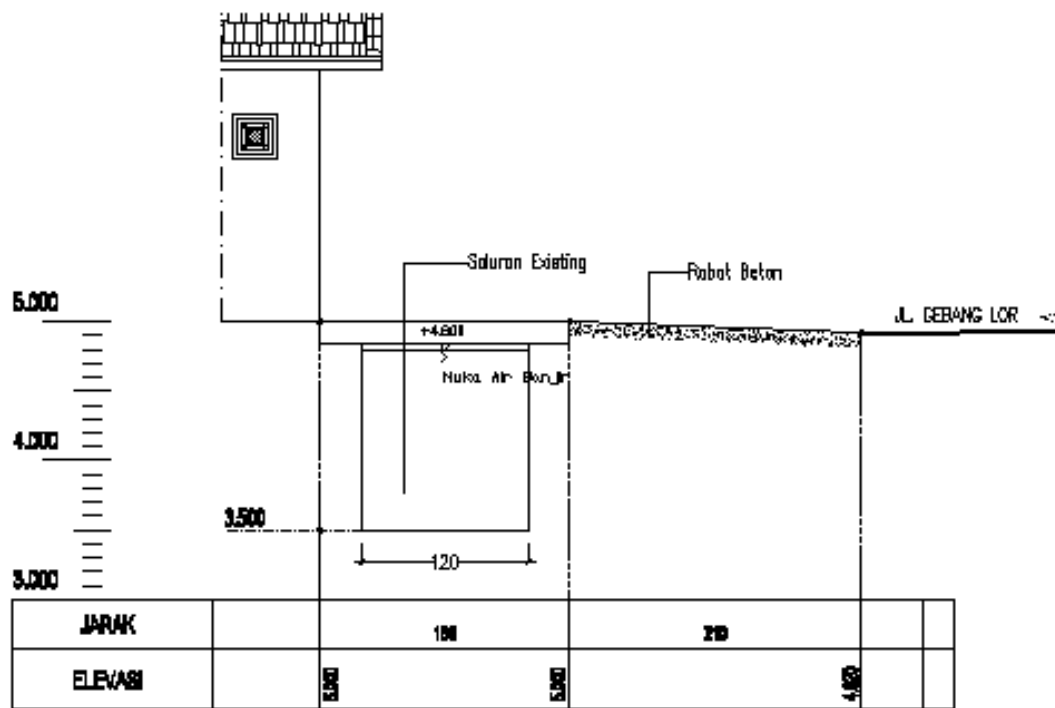
DOSEN PEMBIMBING

S. KAMUJO A. ST., MT

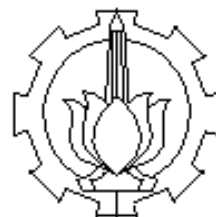
JUMLAH GAM.

NOMOR GAM.

3128



STANDAR (EXISTING)
SKALA 1:50



PROGRAM STUDI DS TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
2016

NAMA GAMBAR

GROSS SECTION BOX CULVERT
SALURAN MLETO 3

BENTUK

SKALA

-

1 : 50

NAMA MAHASISWA

1. GINANAH
3113020091

2. RIZKY RANDHANI
3113050141

Dosen PEMBIMBING

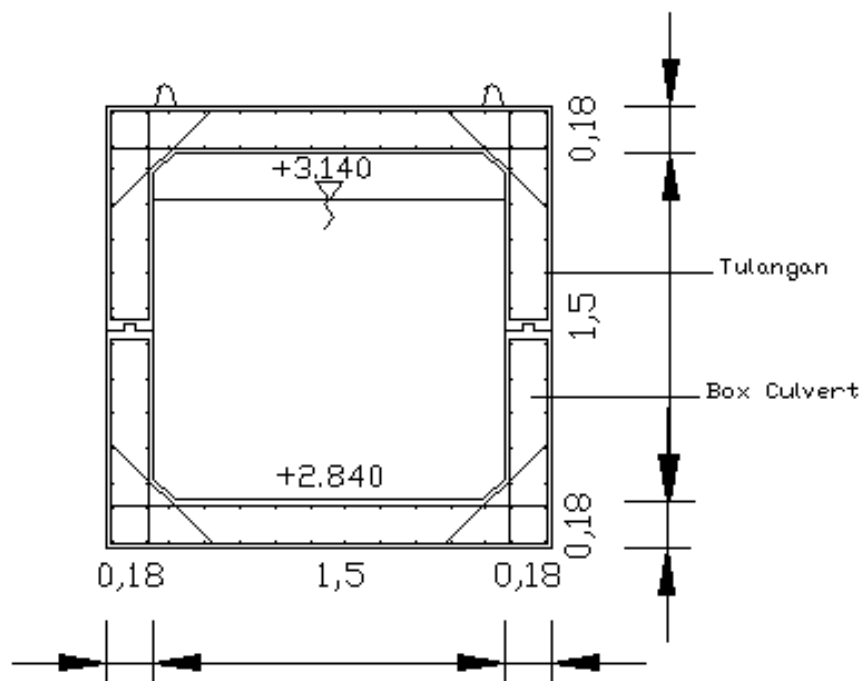
S. Kanilla A. ST., NT

JUMLAH GAM.

NOMOR GAM.

31

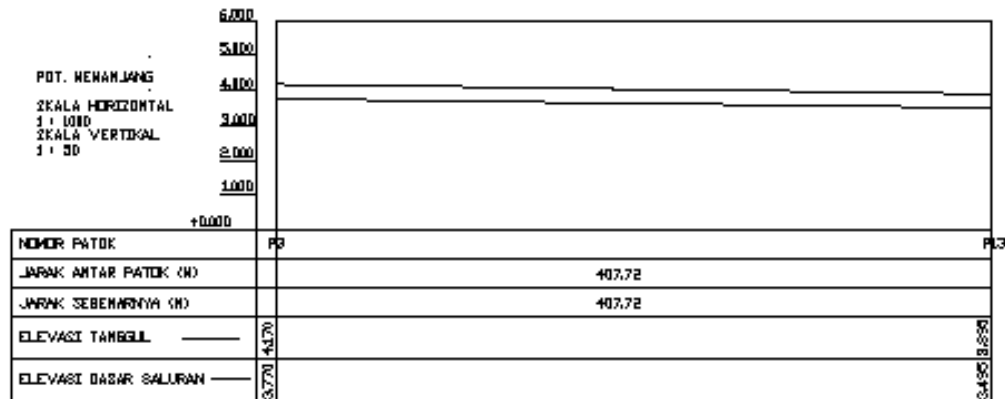
29



DETAIL MELINTANG BOX CULVERT (RENCANA)
SALURAN MLETO B

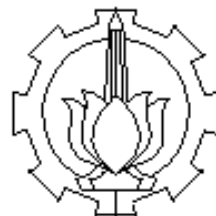


1 : 50



LONG SECTION SALURAN BAYU GEMANG PUTIH KIRI KECIL
 SKALA HORIZONTAL 1 : 1000
 SKALA VERTIKAL 1 : 50

PROGRAM STUDI 02 TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2006	NAMA GAMBAR	SKALA	NAMA MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING	JUMLAH GAM.	NOMOR GAM.
	LONG SECTION SALURAN BAYU GEMANG PUTIH KIRI KECIL	SKALA HORIZONTAL 1 : 1000 SKALA VERTIKAL 1 : 50	1. GINANAH 3113030091 2. RIZKY RAMDHANI 3113030141	S. Kamilla A, ST., MT	31	30



PROGRAM STUDI DS TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
606

NAMA GAMBAR

GROSS SECTION SALURAN RAYA GERANG PUTIH KERTI KEGO (GOT)
DIT REVISI SEPULUH KORI

BENTUK

SKALA

-

1 : 10

NAMA MAHASISWA

1. GINANAH
3113030091

2. RIZKY RAMDHANI
3113030141

DOSSEN PEMBIMBING

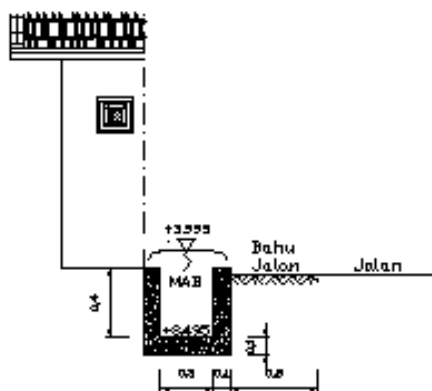
S. Kanilla, A. ST., NT

JUNJAH GAM.

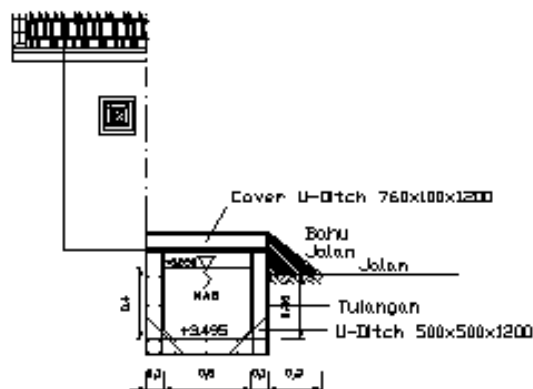
NOMOR GAM.

31

31



DETAIL MELINTANG (EKSTISTING)
SALURAN RAYA GERANG PUTIH KERTI KEGO (GOT)
1 : 10



DETAIL MELINTANG (RENCANA)
SALURAN RAYA GERANG PUTIH KERTI KEGO (GOT)
1 : 10

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat di ambil dari Tugas Akhir Terapan Terapan ini adalah sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan kapasitas saluran eksisting terdapat 2 (dua) saluran yang tidak mampu menampung debit rencana sehingga meluber yaitu saluran Raya Gebang Putih Kanan dan saluran Raya Gebang Putih Kiri Kecil.
2. Pada saluran Raya Gebang Putih Kanan mempunyai *full bank capacity* sebesar $1,046 \text{ m}^3/\text{det}$ dan menerima debit rencana sebesar $1,311 \text{ m}^3/\text{det}$, sedangkan saluran Raya Gebang Putih Kiri Kecil mempunyai *full bank capacity* sebesar $0,033 \text{ m}^3/\text{det}$ dan menerima debit rencana sebesar $0,045 \text{ m}^3/\text{det}$ dengan ini dikatakan saluran Raya Gebang Putih Kanan dan saluran Raya Gebang Putih Kiri Kecil meluber.
3. Pada *outlet* saluran Raya Gebang Putih a terjadi aliran balik (*back water*) dari limpasan saluran Mleto a sampai sepanjang 270,02 m. Dengan perbedaan elevasi dasar saluran antara Mleto a dengan saluran Raya Gebang Putih a sebesar 0,033 m maka kondisi tersebut dibiarkan dengan sendirinya sampai terbentuk elevasi dasar saluran yang sama.
4. Alternatif yang digunakan untuk pengendalian banjir pada saluran Mleto dan Raya Gebang Putih yaitu dengan tanggungan pada saluran Raya Gebang Putih Kanan dan normalisasi pada saluran Mleto dan Raya Gebang Putih Kiri Kecil.
5. Pada saluran Raya Gebang Putih Kanan selain direncanakan tanggungan dengan ketebalan $t = 0,42 \text{ m}$ dan lebar $b = 1,4 \text{ m}$ juga ditambah pintu dengan ukuran $b = 1,4 \text{ m}$ dan $h = 0,8 \text{ m}$ (dijelaskan pada lampiran 30) diatas tanggungan untuk membantu kinerja tanggungan pada saat kondisi banjir.

5.2 Saran

1. Perlu adanya pemeliharaan saluran drainase secara rutin dalam jangka waktu tertentu dengan melakukan kerja sama antara warga dan pemerintah
2. Perlu adanya sosialisasi kepada masyarakat untuk menumbuhkan kesadaran tentang pentingnya menjaga kondisi saluran drainase dan penunjukan penanggung jawab pengoperasian pintu saat dibutuhkan.

DAFTAR PUSTAKA

Anggrahini, MSc.Ir, (2005). *Hidrologi Saluran Terbuka*. Surabaya : Srikandi.

Soemarto, C.D. (1999). *Hidrologi Teknik*. Jakarta : Erlangga.

Soewarno. (1995). *Hidrologi (Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Dasar* . Bandung : NOVA.

Triatmodjo, Bambang. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta : Beta Offset.

Triatmodjo, Bambang. (2010). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta : Beta Offset.

Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.

Sosrodarsono, Suyono. Ir, (2006). *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.

Subarkah, Imam. Ir, (1980). *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung: Idea Dharma.

Pemerintah Kota Surabaya. (2014). *Peta Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya*. Surabaya: Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Pematusan.

<http://www.calvaryabadi.com/products.php>. 28 Juni 2016

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Sampang, 13 Desember 1995, merupakan anak ke-2 dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di MI Darul Ijtihad pada tahun 2001, pada tahun 2007 penulis menempuh pendidikan di MTs Darul Ijtihad, dan pada tahun 2010 penulis menempuh pendidikan di SMA Negeri 1 Sampang dengan bidang ilmu Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Setelah lulus dari SMA pada tahun 2013, penulis melanjutkan jenjang kuliah dan diterima di jurusan Diploma III Teknik Sipil FTSP ITS dan terdaftar sebagai mahasiswa dengan NRP 3113 030 091. Di jurusan Diploma III Teknik Sipil ini penulis mengambil bidang studi Bangunan Air. Penulis pernah aktif dalam beberapa kegiatan seminar dan pelatihan yang diselenggarakan oleh Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Penulis juga aktif dalam berbagai kepanitiaan di beberapa kegiatan yang ada selama menjadi mahasiswa di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.



Penulis dilahirkan di Bandung, 22 Februari 1995, merupakan anak tunggal. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di SDN Karang Pawulang 3 pada tahun 2001 dan SDN Tawangsari III pada tahun 2005, pada tahun 2007 penulis menempuh pendidikan di SMPN 3 Taman, dan pada tahun 2010 penulis menempuh pendidikan di SMA Wachid Hasyim 2 Taman dengan bidang Ilmu Pengetahuan Alam (IPA).

Setelah lulus dari SMA pada tahun 2013, penulis melanjutkan jenjang kuliah dan diterima di jurusan Diploma III Teknik Sipil FTSP ITS dan terdaftar sebagai mahasiswa dengan NRP 3113 030 141. Di jurusan Diploma III Teknik Sipil ini penulis mengambil bidang studi Bangunan Air. Penulis pernah aktif dalam beberapa kegiatan seminar dan pelatihan yang diselenggarakan oleh Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Penulis juga aktif dalam berbagai kepanitiaan di beberapa kegiatan yang ada selama menjadi mahasiswa di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.